

Rec'd PCT/PTO 14 APR 2005

#2

10/531507

PCT/JP2004/003301

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

12.3.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月14日

REC'D 29 APR 2004

WIPO

PCT

出願番号
Application Number: 特願2003-069216
[ST. 10/C]: [JP2003-069216]

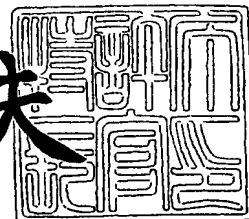
出願人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3031130

【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH147272
【提出日】 平成15年 3月14日
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿
【国際特許分類】 H04B 10/16
H04L 12/24

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 ミヅ アキラ

【氏名】 三澤 明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 オキ エイジ

【氏名】 大木 英司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 カヤマ マサル

【氏名】 片山 勝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 オカモト サトル

【氏名】 岡本 聡

【特許出願人】

【識別番号】 000004226
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号
【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078237
【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目 2 6 番 1 8 号
【弁理士】
【氏名又は名称】 井 出 直 孝
【電話番号】 03-3928-5673

【選任した代理人】

【識別番号】 100083518
【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目 2 6 番 1 8 号
【弁理士】
【氏名又は名称】 下 平 俊 直
【電話番号】 03-3928-5673

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014421
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9701394

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 網制御装置および保守者装置および光ノード装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号を交換接続する複数の光ノード装置と、この複数の光ノード装置間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理する網制御装置において、

3 R (Reshaping, Retiming, Regeneration) 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノードとそれぞれ定義し、

前記光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持手段と、
入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を 3 R 発ノードとする 3 R 区間の推定情報を前記トポロジ情報上に作成する手段と、

この作成する手段により作成された前記トポロジ情報上の 3 R 区間の推定情報の一部または全部を入力された指示に基づき変更する手段と、

この変更する手段により変更された前記トポロジ情報上の 3 R 区間の情報を前記光ノード装置に通知する手段と

を備えたことを特徴とする網制御装置。

【請求項 2】 3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノードとそれぞれ定義し、

光信号を交換接続する複数の光ノード装置と、この複数の光ノード装置間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理し、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を 3 R 発ノードとする 3 R 区間の推定情報をトポロジ情報上に作成する網制御装置に、前記ホップ数情報を与える保守者装置において、

前記ホップ数情報は、3 R 区間のホップ数推定値であり、

このホップ数推定値を生成する手段と、

前記光ネットワークのトポロジ情報を当該光ネットワークで使用される光ファイバ種類および波長帯の情報と共に保持する手段と、

光ファイバ種別および波長帯と単位区間当りの光信号の劣化度合いとの関係を記録したテーブルと

を備え、

前記生成する手段は、前記トポロジ情報上における光ファイバ種類および波長帯の情報と前記テーブルに記録された光ファイバ種類および波長帯と単位区間当りの光信号の劣化度合いとを参照して前記ホップ数推定値を生成する手段を備えた

ことを特徴とする保守者装置。

【請求項 3】 光信号を交換接続する複数の光ノード装置と、この複数の光ノード装置間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理する網制御装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノードとそれぞれ定義し、

前記光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持手段と、

入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を 3 R 発ノードとする 3 R 区間の推定情報を前記トポロジ情報上に作成する手段と、

この作成する手段により作成された前記トポロジ情報上の 3 R 区間の推定情報に対応する前記光ネットワーク上の区間に試験用光パスを設定するように前記光ノード装置に指示する手段と、

この指示する手段により前記光ノード装置が設定した前記試験用光パスによる光信号劣化度合いの実測結果を収集する手段と、

この収集する手段により収集された前記光信号劣化度合いの実測結果に基づき前記作成する手段により作成された前記トポロジ情報上の 3 R 区間の推定情報の一部または全部を変更する手段と、

この変更する手段により変更された前記トポロジ情報上の 3 R 区間の情報を前記光ノード装置に通知する手段と

を備えたことを特徴とする網制御装置。

【請求項 4】 3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノードとそれぞれ定

義し、

光信号を交換接続する複数の光ノード装置と、この複数の光ノード装置間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理し、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を3R発ノードとする3R区間の推定情報をトポロジ情報上に作成し、この作成された前記トポロジ情報上の3R区間の推定情報に対応する前記光ネットワーク上の区間に試験用光パスを設定するように前記光ノード装置に指示し、この指示により前記光ノード装置が設定した前記試験用光パスによる光信号劣化度合いの実測結果を収集し、この収集された前記光信号劣化度合いの実測結果に基づき前記作成された前記トポロジ情報上の3R区間の推定情報の一部または全部を変更し、この変更された前記トポロジ情報上の3R区間の情報を前記光ノード装置に通知する網制御装置に、前記試験用光パスによる光信号劣化度合いの実測結果を通知する光ノード装置において、

前記網制御装置により指示された試験用光パスを設定する手段と、

この設定する手段により設定された前記試験用光パスの光信号劣化度合いを実測する手段と、

この実測する手段の実測結果を前記網制御装置に通知する手段とを備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項5】 光信号を交換接続する複数の光ノード装置と、この複数の光ノード装置間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理する網制御装置において、

3R中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を3R区間と定義し、

前記光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持手段と、

前記光ネットワークに設定された3R区間を当該トポロジ情報に対応して保持する3R区間情報保持手段と、

前記光ネットワーク内のトラヒック需要情報を収集する手段と、

この収集する手段により収集された前記トラヒック需要情報に基づきトラヒック需要が増加した区間の内で前記3R区間情報保持手段の情報を参照して未だ3R区間情報が生成されていない区間を保守者に通知する手段と

を備えたことを特徴とする網制御装置。

【請求項 6】 光信号を交換接続する複数の光ノード装置と、この複数の光ノード装置間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理する網制御装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間と定義し、

前記光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持手段と、

前記光ネットワークに設定された 3 R 区間を当該トポロジ情報に対応して保持する 3 R 区間情報保持手段と、

前記光ネットワーク内のトラヒック需要情報を収集する手段と、

この収集する手段により収集された前記トラヒック需要情報に基づきトラヒック需要が増加した区間の中で前記 3 R 区間情報保持手段を参照して未だ 3 R 区間情報が生成されていない区間の 3 R 区間情報を新たに生成する手段と

を備えたことを特徴とする網制御装置。

【請求項 7】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノードとそれぞれ定義し、

自己に到着する光信号の劣化状態を検出する手段と、

この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己の一つ前のホップに相当する隣接光ノード装置に当該光ノード装置が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを通知する手段と、

自己が次ホップの隣接光ノード装置の前記通知する手段からの通知を受け取ったときには自己が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを認識する手段と、

自己が保持する 3 R 区間情報を当該認識結果に基づき更新する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 8】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R

区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノードとそれぞれ定義し、

自己に到着する光信号の劣化状態を検出する手段と、

この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであると認識する手段と、

自己が保持する 3 R 区間情報を当該認識結果に基づき更新する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 9】 3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの終点となる光ノード装置を着ノードとそれぞれ定義し、

自己から着ノードまでの経路上の 3 R 区間情報を生成する光ノード装置において、

前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、

この送出手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、

この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して当該他光ノード装置が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを通知する手段と

を備え、

当該通信を受け取った前記他光ノード装置は、

前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、

この送出する手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、

この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して当該他光ノード装置が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであることを通知する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項10】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3R中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を3R区間、3R区間の始点となる光ノード装置を3R発ノード、3R区間の終点となる光ノード装置を3R着ノードとそれぞれ定義し、

自己から3R区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次試験用光パスを設定する手段と、

この設定する手段により前記被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、

この送出する手段により前記被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、

この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置を3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードとして認識する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項11】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、当該 3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノードとそれぞれ定義し、

自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 Q を保持する手段と、

自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値 P を伝達する手段と、

自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 P あるいは既に当該初期値 P から減算が行われた被減算値 P' を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは $(P' - Q)$ を演算する手段と、

この演算する手段の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己が当該被減算値の初期値 P を送出した光ノード装置を 3 R 発ノードとした場合の 3 R 着ノードであると認識する手段と、

自己が 3 R 着ノードであると認識し、当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を 3 R 発ノードとして被減算値の初期値 P を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 12】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する手段と、

この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己の次ホップに相当する隣接光ノード装置に当該光ノード装置が上り光パスにおける 3 R 着ノード

ドであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを通知する手段と、

自己が前ホップの隣接光ノード装置の前記通知する手段からの通知を受け取ったときには自己が上り光パスにおける 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを認識する手段と、

自己が保持する 3 R 区間情報を当該認識結果に基づき更新する手段と
を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 13】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する手段と、

この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己が上り光パスにおける 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであると認識する手段と、

自己が保持する 3 R 区間情報を当該認識結果に基づき更新する手段と
を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 14】 3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

発ノードから着ノードまでの経路上の 3 R 区間情報を生成する光ノード装置において、

自己が発ノードであるときに着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定す

る手段を備え、

自己が発ノードでないときに自己に光パスが設定されると上り光パスに試験用光信号を送出する手段を備え、

自己が発ノードであるときに前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備え、

前記試験用光信号の送出元の光ノード装置は、この通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識する手段を備え、

自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識した光ノード装置であるときに自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備えた

ことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 15】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

自己が発ノードであるときに 3 R 区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次試験用上り光パスを設定する手段を備え、

この試験用上り光パスが設定された光ノード装置は、当該試験用上り光パスに対して試験用光信号を送出する手段を備え、

自己が発ノードであるときに前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備え、

前記試験用光信号の送出元の光ノード装置は、この通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを認識する手段を備え、

自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを認識した光ノード装置であるときに3R区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次試験用上り光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備えた

ことを特徴とする光ノード装置。

【請求項16】 前記更新する手段により更新された3R区間情報を他光ノード装置に広告する手段と、

他光ノード装置からの前記広告を受信して自己が保持する3R区間情報を更新する手段と

を備えた請求項7、8、12、13のいずれかに記載の光ノード装置。

【請求項17】 前記認識する手段による認識結果を保持する手段を備えた請求項10または15記載の光ノード装置。

【請求項18】 前記認識する手段による認識結果を他光ノード装置に広告する手段と、

他光ノード装置からの前記広告を受信して自己の認識結果と共に当該広告に含まれる認識結果を保持する手段と

を備えた請求項10または15記載の光ノード装置。

【請求項19】 光ネットワークを管理し、当該光ネットワークにおける3R区間の情報を保持する網制御装置に対し、前記認識する手段による認識結果を通知する手段を備えた請求項10または15記載の光ノード装置。

【請求項20】 3R中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を3R区間、3R区間の始点となる光ノード装置を3R発ノード、3R区間の終点となる光ノード装置を3R着ノードとそれぞれ定義し、

光ネットワークを管理し、当該光ネットワークにおける 3 R 区間の情報を保持する網制御装置において、

前記光ネットワークを構成する光ノード装置からの 3 R 着ノードまたは 3 R 発ノードの情報を受け取り前記保持している 3 R 区間の情報を更新する手段を備えた

ことを特徴とする網制御装置。

【請求項 21】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、当該 3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードへ向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードへ向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 q を保持する手段と、

自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値 p を伝達する手段と、

自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 p あるいは既に当該初期値 p に加算が行われた被加算値 p' を受け取った場合には、 $(p + q)$ あるいは $(p' + q)$ を演算する手段と、

この演算する手段の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の場合には自己が当該被加算値の初期値 p を送出した光ノード装置を上り光パスにおける 3 R 着ノードとした場合の 3 R 発ノードであると認識する手段と、

自己を上り光パスにおける 3 R 発ノードであると認識し、当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を上り光パスにおける 3 R 着ノードとして被加算値の初期値 p を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する手段とを備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 22】 請求項 4 または 7 ないし 19 または 21 のいずれかに記載の

光ノード装置または請求項 2 記載の保守者装置または請求項 1、3、5、6、20 のいずれかに記載の網制御装置を備えたことを特徴とする光ネットワーク。

【請求項 23】 3R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3R 区間、当該 3R 区間の始点となる光ノード装置を 3R 発ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノードとそれぞれ定義し、

発ノードから着ノードまでの経路上の 3R 区間情報の生成方法において、

前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に前記発ノードとなる光ノード装置から試験用光信号を送出する第一のステップと、

この第一のステップにより前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して前記発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を前記発ノードとなる光ノード装置が受け取る第二のステップと、

この第二のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記発ノードとなる光ノード装置が前記最遠端の光ノード装置の一つ前ホップに相当する光ノード装置に対して当該光ノード装置が 3R 着ノードであると共に次 3R 区間の 3R 発ノードであることを通知する第三のステップと

を実行し、

当該通知を受け取った前記光ノード装置は、

前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して自己の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に自己から試験用光信号を送出する第四のステップと、

この第四のステップにより前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して自己の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の光ノード装置からの当該

試験用光信号の劣化状況の報告を自己が受け取る第五のステップと、

この第五のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が前記最遠端の光ノード装置の一つ前ホップに相当する光ノード装置に対して当該光ノード装置が3 R着ノードであると共に次3 R区間の3 R発ノードであることを通知する第六のステップと

を実行することを特徴とする3 R区間情報の生成方法。

【請求項 24】 3 R中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を3 R区間、当該3 R区間の始点となる光ノード装置を3 R発ノードとそれぞれ定義し、

光信号を交換接続する光ノード装置における3 R区間情報の生成方法において、

3 R発ノードとなる光ノード装置から3 R区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次試験用光パスを設定する第七のステップと、

この第七のステップにより前記被測定リンクに含まれる光ノード装置に対して前記3 R発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する第八のステップと、

この第八のステップにより前記被測定リンクに含まれる光ノード装置に対して前記3 R発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出手される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を前記3 R発ノードとなる光ノード装置が受け取る第九のステップと、

この第九のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の光ノード装置の一つ前ホップに相当する光ノード装置を3 R着ノードとして前記3 R発ノードとなる光ノード装置が認識する第十のステップと

を実行することを特徴とする3 R区間情報の生成方法。

【請求項 25】 光信号を交換接続する光ノード装置における 3 R 区間情報の生成方法において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、当該 3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノードとそれぞれ定義し、

各光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 Q を保持し、

発ノードである光ノード装置は、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値 P を伝達し、

各光ノード装置は、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 P あるいは既に当該初期値 P から減算が行われた被減算値 P' を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは $(P' - Q)$ を演算し、

この演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己が当該被減算値の初期値 P を送出した光ノード装置を 3 R 発ノードとした場合の 3 R 着ノードであると認識し、

自己が 3 R 着ノードであると認識し、当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を 3 R 発ノードとして被減算値の初期値 P を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する

ことを特徴とする 3 R 区間情報の生成方法。

【請求項 26】 3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

発ノードから着ノードまでの経路上の 3 R 区間情報の生成方法において、

自己が発ノードである光ノード装置が着ノードまでの経路に含まれる他光ノード

ド装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定する第十一のステップと、

発ノードでない光ノード装置が自己に光パスが設定されると上り光パスに試験用光信号を送出する第十二のステップと、

自己が発ノードである光ノード装置が前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第十三のステップと、

前記試験用光信号の送出元の光ノード装置がこの通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを認識する第十四のステップと、

自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを認識した光ノード装置が自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第十五のステップと

を実行することを特徴とする3R区間情報の生成方法。

【請求項27】 3R中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を3R区間、3R区間の始点となる光ノード装置を3R発ノード、3R区間の終点となる光ノード装置を3R着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

発ノードから着ノードまでの経路上の3R区間情報の生成方法において、

発ノードである光ノード装置が3R区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次試験用上り光パスを設定する第十六のステップと、

この試験用上り光パスが設定された光ノード装置が当該試験用上り光パスに対して試験用光信号を送出する第十七のステップと、

発ノードである光ノード装置が前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第十八のステップと、

前記試験用光信号の送出元の光ノード装置がこの通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識する第十九のステップと、

自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識した光ノード装置が 3 R 区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次試験用上り光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第二十のステップと

を実行することを特徴とする 3 R 区間情報の生成方法。

【請求項 28】 光信号を交換接続する光ノード装置における 3 R 区間情報の生成方法において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、当該 3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

各光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 q を保持し、

発ノードである光ノード装置は、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値 p を伝達し、

各光ノード装置は、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 p あるいは既に当該初期値 p に加算が行われた被加算値 p' を受け取った場合には、 $(p + q)$ あるいは $(p' + q)$ を演算し、

この演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の場合には自己が当該被加算値の初期値 p を送出した光ノード装置を上り光パスの 3 R 着ノードとした場合の 3 R 発ノードであると認識し、

自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると認識し、当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を上り光パスにおける 3 R 着ノードとして被加算値の初期値 p を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する

ことを特徴とする 3 R 区間情報の生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光信号を交換接続する光ネットワークに利用する。特に、3 R (Reshaping, Retiming, Regenerating) 中継を行う光ノード装置を含む光ネットワークに関する。

【0002】

【従来の技術】

光ネットワークでは、ファイバの損失やロス、クロストークを考慮して光伝送路の途中で 3 R 中継を施す必要がある。従来の光ネットワーク構成を図 3 1 に示す。3 R 中継を施すためには光伝送路途中の光ノード装置に 3 R 中継器を挿入する。実際には、3 R 中継を行わなくてもある程度の距離まで伝送可能であるので、全ての光ノード装置に 3 R 中継器を設置しなくてもよいはずであるが、3 R 中継を行わなくても伝送可能な距離は、光ノード装置が有する光デバイスの性能、光ノード装置間の光ファイバの材質、あるいは、使用波長などにより異なるため、その距離は一律には定まらず、光ネットワーク全体にわたり 3 R 中継を行わなくても伝送可能な距離を求める効率的な方法がなく、従来は、図 3 1 に示すように、各段毎に 3 R 中継器を挿入し、如何なるルートにパスが設定されても光信号の劣化を補うことができるようにしている（例えば、非特許文献 1、2、3 参照）。

【0003】

【非特許文献 1】

大木英司、島崎大作、塩本公平、松浦伸昭、今宿互、山中直明、「分散制御によるダイナミック波長変換 GMPLS ネットワークの性能評価」、信学技報、社団法人電子情報通信学会、2002 年 2 月、p. 5-10

【非特許文献 2】

Ken-ichi Sato, Naoaki Yamanaka, Yoshihiro Takigawa, Masafumi Koga, Satoru Okamoto, Kohei Shiimoto, Eiji Oki, Wataru Imajuku, "GMPLS-Based Photonic Multilayer Router (Hikari Router) Architecture: An Overview of Traffic Engineering and Signaling Technology", IEEE Communications Magazine, March 2002, p. 96-101

【非特許文献 3】

Eiji Oki, Daisaku Shimazaki, Kohei Shiimoto, Nobuaki Matsuura, Wataru Imajuku, Naoaki Yamanaka, "Performance of Distributed-Controlled Dynamic Wavelength-Conversion GMPLS Networks", First International Conference on Optical Communications and Networks 2002, November 11-14, 2002, Shangri-La Hotel, Singapore

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

3R 中継器は高価であり、この 3R 中継器をできるだけ使用しないと光ネットワークはきわめて経済的に実現できる。しかし、従来は、3R 中継を行わなくても伝送可能な距離を光ネットワーク全体にわたり求める有効な方法がないため、3R 中継器を備えなくてもよい箇所を求めることができない。

【0005】

さらに、従来は、各光ノード装置で、当該光ノード装置を経由する全ての光パスについて 3R 中継を施しており、このためには、3R 中継器の 3R 中継能力も多数の光パスに対して同時に 3R 中継を行える能力が必要になり、低コスト化を図ることが困難である。

【0006】

本発明は、このような背景に行われたものであって、必要最小数あるいは必要

最小能力の 3 R 中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図り、経済的な光ネットワークを構成することができる光ノード装置および光ネットワークを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、3 R 中継を行わずにデータ伝送できる区間である 3 R 区間情報を効率的に生成することにより、3 R 中継を必要としない箇所に 3 R 中継器を設置する無駄を省き、ネットワークリソースの有効利用を図り、光ネットワークのコストを安価にすることができる。あるいは、3 R 中継が必要となる箇所を特定することにより、3 R 中継器を備えた光ノード装置を経由する複数の光パスの中から真に当該光ノード装置で 3 R 中継を必要としている光パスを抽出し、当該光パスに対してだけ、3 R 中継を施すことができるため、3 R 中継器の能力を小さくすることができるので、ネットワークリソースの有効利用を図り、光ネットワークのコストを安価にすることができる。

【0008】

なお、以下の説明では、3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、当該 3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードへ向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードへ向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義する。

【0009】

すなわち、本発明の第一の観点は、光信号を交換接続する複数の光ノード装置と、この複数の光ノード装置間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理する網制御装置であって、本発明の特徴とするところは、前記光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持手段と、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を 3 R 発ノードとする 3 R 区間の推定情報を前記トポロジ情報上に作成する手段と、この作成する手段により作成された前記トポロジ情報上の 3 R 区間の推定情報の一部または全部を入力された指示に基づき

変更する手段と、この変更する手段により変更された前記トポロジ情報上の 3 R 区間の情報を前記光ノード装置に通知する手段とを備えたところにある。

【0010】

これによれば、3 R 区間の推定ホップ数を入力することにより、大まかな 3 R 区間の推定情報の生成を速やかに行うことができる。このようにして生成された大まかな 3 R 区間の推定情報であるが、その中でも実際の利用率の高いリンクについては、実測を行うなどの追加処理を行い、3 R 区間情報の信頼性を高めることもできる。これにより、全て実測により 3 R 区間情報を生成する場合と比較して速やかに 3 R 区間情報を生成することができる。

【0011】

また、本発明の第二の観点は、光信号を交換接続する複数の光ノード装置と、この複数の光ノード装置間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理し、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を 3 R 発ノードとする 3 R 区間の推定情報をトポロジ情報上に作成する網制御装置に、前記ホップ数情報を与える保守者装置であって、本発明の特徴とするところは、前記ホップ数情報は、3 R 区間のホップ数推定値であり、このホップ数推定値を生成する手段と、前記光ネットワークのトポロジ情報を当該光ネットワークで使用される光ファイバ種類および波長帯の情報と共に保持する手段と、光ファイバ種別および波長帯と単位区間当りの光信号の劣化度合いとの関係を記録したテーブルとを備え、前記生成する手段は、前記トポロジ情報上における光ファイバ種類および波長帯の情報と前記テーブルに記録された光ファイバ種類および波長帯と単位区間当りの光信号の劣化度合いとを参照して前記ホップ数推定値を生成する手段を備えたところにある。

【0012】

これによれば、3 R 区間の推定ホップ数を精度良く求めることができる。すなわち、ルートは、経路上の光ファイバ、波長などの組合せにより大変多くの物理リンクが存在する。その違いによって 3 R 中継なしにデータ伝送できる距離が変わってくる。例えば、ノーマルファイバと分散シフトファイバなどのファイバ特性の違いにより、伝達可能な距離が異なる。そこで、3 R 区間の推定ホップ数を

求める場合に、これらの光ファイバ種類および波長帯の情報を参照して求めることにより、誤差の少ない推定値を求めることができる。

【0013】

あるいは、本発明の網制御装置は、前記光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持手段と、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を3R発ノードとする3R区間の推定情報を前記トポロジ情報上に作成する手段と、この作成する手段により作成された前記トポロジ情報上の3R区間の推定情報に対応する前記光ネットワーク上の区間に試験用光パスを設定するように前記光ノード装置に指示する手段と、この指示する手段により前記光ノード装置が設定した前記試験用光パスによる光信号劣化度合いの実測結果を収集する手段と、この収集する手段により収集された前記光信号劣化度合いの実測結果に基づき前記作成する手段により作成された前記トポロジ情報上の3R区間の推定情報の一部または全部を変更する手段と、この変更する手段により変更された前記トポロジ情報上の3R区間の情報を前記光ノード装置に通知する手段とを備えたことを特徴とする。

【0014】

これによれば、3R区間の推定ホップ数を入力することにより、実測すべき3R区間の推定情報の生成を速やかに行うことができる。このようにして生成された3R区間の推定情報について光ノード装置に指示を行い実測を行うことにより、3R区間情報を生成することができる。このように、実測に先立って、実測すべき3R区間の推定情報を生成するので、不必要あるいは重複した実測を回避できるため、効率のよい3R区間情報生成を行うことができる。

【0015】

また、本発明は、光信号を交換接続する複数の光ノード装置と、この複数の光ノード装置間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理し、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を3R発ノードとする3R区間の推定情報をトポロジ情報上に作成し、この作成された前記トポロジ情報上の3R区間の推定情報に対応する前記光ネットワーク上の区間に試験用光パスを設定するように前記光ノード装置に指示し、この指示により前記光ノード装置が設定

した前記試験用光パスによる光信号劣化度合いの実測結果を収集し、この収集された前記光信号劣化度合いの実測結果に基づき前記作成された前記トポロジ情報上の3R区間の推定情報の一部または全部を変更し、この変更された前記トポロジ情報上の3R区間の情報を前記光ノード装置に通知する網制御装置に、前記試験用光パスによる光信号劣化度合いの実測結果を通知する光ノード装置である。

【0016】

ここで、本発明の特徴とするところは、前記網制御装置により指示された試験用光パスを設定する手段と、この設定する手段により設定された前記試験用光パスの光信号劣化度合いを実測する手段と、この実測する手段の実測結果を前記網制御装置に通知する手段とを備えたところにある。これにより、網制御装置による3R区間情報の自動収集を実現することができる。

【0017】

あるいは、本発明の網制御装置は、前記光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持手段と、前記光ネットワークに設定された3R区間を当該トポロジ情報に対応して保持する3R区間情報保持手段と、前記光ネットワーク内のトラヒック需要情報を収集する手段と、この収集する手段により収集された前記トラヒック需要情報に基づきトラヒック需要が増加した区間の内で前記3R区間情報保持手段の情報を参照して未だ3R区間情報が生成されていない区間を保守者に通知する手段とを備えたことを特徴とする。

【0018】

あるいは、本発明の網制御装置は、前記光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持手段と、前記光ネットワークに設定された3R区間を当該トポロジ情報に対応して保持する3R区間情報保持手段と、前記光ネットワーク内のトラヒック需要情報を収集する手段と、この収集する手段により収集された前記トラヒック需要情報に基づきトラヒック需要が増加した区間の内で前記3R区間情報保持手段を参照して未だ3R区間情報が生成されていない区間の3R区間情報を新たに生成する手段とを備えたことを特徴とする。

【0019】

これによれば、最初に収集した3R区間情報に新たな3R区間情報を自動的に

追加することができる。特に、最初に3R区間情報を収集した時点からトラヒック需要が増加した区間についての3R区間情報を収集することができる。これにより、有用な3R区間情報を効率良く収集することができる。

【0020】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己に到着する光信号の劣化状態を検出する手段と、この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己の一つ前のホップに相当する隣接光ノード装置に当該光ノード装置が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであることを通知する手段と、自己が次ホップの隣接光ノード装置の前記通知する手段からの通知を受け取ったときには自己が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであると認識する手段と、自己が保持する3R区間情報を当該認識結果に基づき更新する手段とを備えたことを特徴とする。

【0021】

これによれば、実際に自光ノード装置に到着する光信号の劣化状態を検出することにより、3R中継の必要性を認識し、前ホップに相当する隣接光ノード装置に3R中継の必要性を通知し、この通知を受けた光ノード装置は、自己が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであることを認識する。このように、当該通知に基づき3R区間情報を生成することができる。これにより、個々の光ノード装置が、光パスの設定過程または光信号の交換接続の過程で実測を行いつつ、適切な3R区間を設定し、さらに、3R区間情報の更新を行うことができる。

【0022】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己に到着する光信号の劣化状態を検出する手段と、この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであると認識する手段と、自己が保持する3R区間情報を当該認識結果に基づき更新する手段とを備えたことを特徴とする。

【0023】

これによれば、実際に自光ノード装置に到着する光信号の劣化状態を検出する

ことにより、3 R 中継の必要性を認識し、自己が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであると認識する。このように、当該検出結果に基づき 3 R 区間情報を生成することができる。これにより、個々の光ノード装置が、光パスの設定過程または光信号の交換接続の過程で実測を行いつつ、適切な 3 R 区間を設定し、さらに、3 R 区間情報の更新を行うことができる。

【0024】

また、前記更新する手段により更新された 3 R 区間情報を他光ノード装置に広告する手段と、他光ノード装置からの前記広告を受信して自己が保持する 3 R 区間情報を更新する手段とを備えることが望ましい。すなわち、自己が 3 R 着ノードあるいは 3 R 発ノードであるか否かを自己に到着した光信号の実測によって認識することができるが、この認識結果は、自光ノード装置のみが知り得る認識結果である。そこで、この認識結果を他光ノード装置に広告することにより、前記更新する手段により更新された 3 R 区間情報を全光ノード装置で同期化して共有し、有効に活用することができる。

【0025】

あるいは、本発明の光ノード装置は、光信号を交換接続し、自己から着ノードまでの経路上の 3 R 区間情報を生成する光ノード装置であって、前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、この送出手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出手段と、毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して当該他光ノード装置が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを通知する手段とを備え、当該通信を受け取った前記他光ノード装置は、前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出

する手段と、この送出する手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して当該他光ノード装置が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであることを通知する手段とを備えたことを特徴とする。

【0026】

これによれば、実際に光パスの設定を行いながら、3R区間情報を生成することができるため、あらかじめ3R区間情報を生成する必要がなく、3R区間情報の生成に要する処理負荷を省くことができる。

【0027】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己から3R区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次試験用光パスを設定する手段と、この設定する手段により前記被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、この送出する手段により前記被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置を3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードとして認識する手段とを実行する手段を備えたことを特徴とする。

【0028】

これによれば、実際に光パスの設定を行う場合と同様の手順により、3R区間情報を生成することができるため、実測に基づく精度の高い3R区間情報を生成

することができる。

【0029】

この場合には、前記認識する手段による認識結果を保持する手段を備えることが望ましい。これによれば、自光ノード装置が発ノードとなり光パスを設定する際の3R区間情報を保持することができる。

【0030】

あるいは、前記認識する手段による認識結果を他光ノード装置に広告する手段と、他光ノード装置からの前記広告を受信して自己の認識結果と共に当該広告に含まれる認識結果を保持する手段とを備えることにより、各光ノード装置が自他が生成した3R区間情報を共有することができる。これによれば、自光ノード装置が発ノードとなる場合に限らず、他光ノード装置が発ノードとなった場合の3R区間情報を保持することができるので、他光ノード装置が発ノードとなった場合に、自光ノード装置が3R中継を行うべきか否かを自己で判断することができる。したがって、発ノードとなる光ノード装置が3R中継を行う光ノード装置に対して3R中継要求を行うといった処理負荷を省くことができる。

【0031】

あるいは、光ネットワークを管理し、当該光ネットワークにおける3R区間の情報を保持する網制御装置に対し、前記認識する手段による認識結果を通知する手段を備えることもできる。

【0032】

これによれば、網制御装置が光ネットワーク全体の3R区間情報を保持することができる。したがって、光ノード装置は、必要に応じて網制御装置に対して3R区間情報を要求して取得することができるため、光ノード装置にデータベースなどの大容量の記憶装置を備える必要がなく、また、各光ノード装置は、他の多数の光ノード装置に、自己が生成した3R区間情報の広告を行う必要がなく、単に網制御装置に対してのみ自己が生成した3R区間情報を通知すればよく、広告に要する処理負荷を省くことができる。

【0033】

この場合の網制御装置は、前記光ネットワークを構成する光ノード装置からの

3R着ノードまたは3R発ノードの情報を受け取り前記保持している3R区間の情報を更新する手段を備えたことを特徴とする。

【0034】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 Q を保持する手段と、自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値 P を伝達する手段と、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 P あるいは既に当該初期値 P から減算が行われた被減算値 P' を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは $(P' - Q)$ を演算する手段と、この演算する手段の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己が当該被減算値の初期値 P を送出した光ノード装置を3R発ノードとした場合の3R着ノードであると認識する手段と、自己が3R着ノードであると認識し、当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を3R発ノードとして被減算値の初期値 P を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する手段とを備えたことを特徴とする。

【0035】

これによれば、各光ノード装置の保持する情報量は、自己に係わる Q の値と、自己が発ノードである場合に隣接光ノード装置に伝達する初期値 P だけであり、きわめて少ない情報量で3R区間情報を生成することができる。また、光パス設定に伴い、自己が3R中継を必要とするか否かを自律的に判断することができるので、広告などに要する処理負荷を省くことができる。さらに、光パス設定に際し、光信号の劣化状態の測定も必要なく、光パス設定の高速化を図ることができる。

【0036】

ここまでの本発明の光ノード装置または網制御装置の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスにおける下り光パスを想定している。続いて、双方向光パスにおける上り光パスを想定した説明を行う。

【0037】

本発明の光ノード装置は、自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する手段と、この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己の次ホップに相当する隣接光ノード装置に当該光ノード装置が上り光パスにおける 3R 着ノードであると共に次 3R 区間の 3R 発ノードであることを通知する手段と、自己が前ホップの隣接光ノード装置の前記通知する手段からの通知を受け取ったときには自己が上り光パスにおける 3R 着ノードであると共に次 3R 区間の 3R 発ノードであることを認識する手段と、自己が保持する 3R 区間情報を当該認識結果に基づき更新する手段とを備えたことを特徴とする。

【0038】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する手段と、この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己が上り光パスにおける 3R 着ノードであると共に次 3R 区間の 3R 発ノードであると認識する手段と、自己が保持する 3R 区間情報を当該認識結果に基づき更新する手段とを備えたことを特徴とする。

【0039】

これによれば、光パスが双方向である場合に、個々の光ノード装置が、光パスの設定過程または光信号の交換接続の過程で実測を行いつつ、適切な 3R 区間を設定し、さらに、3R 区間情報の更新を行うことができる。

【0040】

また、前記更新する手段により更新された 3R 区間情報を他光ノード装置に広告する手段と、他光ノード装置からの前記広告を受信して自己が保持する 3R 区間情報を更新する手段とを備えることが望ましい。すなわち、自己が 3R 着ノードあるいは 3R 発ノードであるか否かを自己に到着した光信号の実測によって認識することができるが、この認識結果は、自光ノード装置のみが知り得る認識結果である。そこで、この認識結果を他光ノード装置に広告することにより、前記更新する手段により更新された 3R 区間情報を全光ノード装置で同期化して共有し、有効に活用することができる。

【0041】

あるいは、本発明の光ノード装置は、発ノードから着ノードまでの経路上の 3

R 区間情報を生成する光ノード装置であって、自己が発ノードであるときに着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定する手段を備え、自己が発ノードでないときに自己に光パスが設定されると上り光パスに試験用光信号を送出する手段を備え、自己が発ノードであるときに前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備え、前記試験用光信号の送出元の光ノード装置は、この通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識する手段を備え、自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識した光ノード装置であるときに自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備えたことを特徴とする。

【0042】

これによれば、光パスが双方向光パスの場合に、実際に光パスの設定を行いながら、3 R 区間情報を生成することができるため、あらかじめ 3 R 区間情報を生成する必要がなく、3 R 区間情報の生成に要する処理負荷を省くことができる。

【0043】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己が発ノードであるときに 3 R 区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次試験用上り光パスを設定する手段を備え、この試験用上り光パスが設定された光ノード装置は、当該試験用上り光パスに対して試験用光信号を送出する手段を備え、自己が発ノードであるときに前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備え、前記試験用光信号の送出元の光ノード装置は、この通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3

R着ノードであることを認識する手段を備え、自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを認識した光ノード装置であるときに3R区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次試験用上り光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備えたことを特徴とする。

【0044】

これによれば、光パスが双方向光パスである場合に、実際に光パスの設定を行う場合と同様の手順により、3R区間情報を生成することができるため、実測に基づく精度の高い3R区間情報を生成することができる。

【0045】

この場合には、前記認識する手段による認識結果を保持する手段を備えることが望ましい。これによれば、自光ノード装置が発ノードとなり光パスを設定する際の3R区間情報を保持することができる。

【0046】

あるいは、前記認識する手段による認識結果を他光ノード装置に広告する手段と、他光ノード装置からの前記広告を受信して自己の認識結果と共に当該広告に含まれる認識結果を保持する手段とを備えることにより、各光ノード装置が自他が生成した3R区間情報を共有することができる。これによれば、自光ノード装置が発ノードとなる場合に限らず、他光ノード装置が発ノードとなった場合の3R区間情報を保持することができるので、他光ノード装置が発ノードとなった場合に、自光ノード装置が3R中継を行うべきか否かを自己で判断することができる。したがって、発ノードとなる光ノード装置が3R中継を行う光ノード装置に対して3R中継要求を行うといった処理負荷を省くことができる。

【0047】

あるいは、光ネットワークを管理し、当該光ネットワークにおける3R区間の情報を保持する網制御装置に対し、前記認識する手段による認識結果を通知する手段を備えることもできる。

【0048】

これによれば、網制御装置が光ネットワーク全体の3R区間情報を保持することができる。したがって、光ノード装置は、必要に応じて網制御装置に対して3R区間情報を要求して取得することができるため、光ノード装置にデータベースなどの大容量の記憶装置を備える必要がなく、また、各光ノード装置は、他の多数の光ノード装置に、自己が生成した3R区間情報の広告を行う必要がなく、単に網制御装置に対してのみ自己が生成した3R区間情報を通知すればよく、広告に要する処理負荷を省くことができる。

【0049】

この場合の網制御装置は、前記光ネットワークを構成する光ノード装置からの3R着ノードまたは3R発ノードの情報を受け取り前記保持している3R区間の情報を更新する手段を備えたことを特徴とする。

【0050】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 q を保持する手段と、自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値 p を伝達する手段と、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 p あるいは既に当該初期値 p に加算が行われた被加算値 p' を受け取った場合には、 $(p + q)$ あるいは $(p' + q)$ を演算する手段と、この演算する手段の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の場合には自己が当該被加算値の初期値 p を送出した光ノード装置を上り光パスにおける3R着ノードとした場合の3R発ノードであると認識する手段と、自己が上り光パスにおける3R発ノードであると認識し、当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を上り光パスにおける3R着ノードとして被加算値の初期値 p を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する手段とを備えたことを特徴とする。

【0051】

これによれば、各光ノード装置の保持する情報量は、自己に係わる q の値と、自己が発ノードである場合に隣接光ノード装置に伝達する初期値 p だけであり、

きわめて少ない情報量で 3 R 区間情報を生成することができる。また、光パス設定に伴い、自己が 3 R 中継を必要とするか否かを自律的に判断することができるので、広告などに要する処理負荷を省くことができる。さらに、光パス設定に際し、光信号の劣化状態の測定も必要なく、光パス設定の高速化を図ることができる。

【0052】

本発明の第四の観点は、本発明の光ノード装置または保守者装置または網制御装置を備えたことを特徴とする光ネットワークである。

【0053】

本発明の第五の観点は、発ノードから着ノードまでの経路上の 3 R 区間情報の生成方法であって、本発明の特徴とするところは、前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して前記発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に前記発ノードとなる光ノード装置から試験用光信号を送出する第一のステップと、この第一のステップにより前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して前記発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送付される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を前記発ノードとなる光ノード装置が受け取る第二のステップと、この第二のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記発ノードとなる光ノード装置が前記最遠端の光ノード装置の一つ前ホップに相当する光ノード装置に対して当該光ノード装置が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを通知する第三のステップとを実行し、当該通知を受け取った前記光ノード装置は、前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して自己の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に自己から試験用光信号を送出する第四のステップと、この第四のステップにより前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して自己の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送付される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の光ノード装置からの当該試験用光信号

の劣化状況の報告を自己が受け取る第五のステップと、この第五のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が前記最遠端の光ノード装置の一つ前ホップに相当する光ノード装置に対して当該光ノード装置が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであることを通知する第六のステップとを実行するところにある。

【0054】

あるいは、本発明の3R区間情報の生成方法は、3R発ノードとなる光ノード装置から3R区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次試験用光パスを設定する第七のステップと、この第七のステップにより前記被測定リンクに含まれる光ノード装置に対して前記3R発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する第八のステップと、この第八のステップにより前記被測定リンクに含まれる光ノード装置に対して前記3R発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出手される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を前記3R発ノードとなる光ノード装置が受け取る第九のステップと、この第九のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の光ノード装置の一つ前ホップに相当する光ノード装置を3R着ノードとして前記3R発ノードとなる光ノード装置が認識する第十のステップとを実行することを特徴とする。

【0055】

あるいは、本発明の3R区間情報の生成方法は、各光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値Qを保持し、発ノードである光ノード装置は、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値Pを伝達し、各光ノード装置は、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値Pあるいは既に当該初期値Pから減算が行われた被減算値P'を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは $(P' - Q)$

を演算し、この演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己が当該被減算値の初期値Pを送出した光ノード装置を3R発ノードとした場合の3R着ノードであると認識し、自己が3R着ノードであると認識し、当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を3R発ノードとして被減算値の初期値Pを次ホップの隣接光ノード装置に伝達することを特徴とする。

【0056】

ここまでの本発明の3R区間情報の生成方法の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスにおける下り光パスを想定している。続いて、双方向光パスにおける上り光パスを想定した説明を行う。

【0057】

本発明の3R区間情報の生成方法は、発ノードである光ノード装置が着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定する第十一のステップと、発ノードでない光ノード装置が自己に光パスが設定されると上り光パスに試験用光信号を送出する第十二のステップと、自己が発ノードである光ノード装置が前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第十三のステップと、前記試験用光信号の送出元の光ノード装置がこの通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを認識する第十四のステップと、自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを認識した光ノード装置が自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第十五のステップとを実行することを特徴とする。

【0058】

あるいは、本発明の3R区間情報の生成方法は、発ノードである光ノード装置が3R区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して

次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次試験用上り光パスを設定する第十六のステップと、この試験用上り光パスが設定された光ノード装置が当該試験用上り光パスに対して試験用光信号を送出する第十七のステップと、発ノードである光ノード装置が前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第十八のステップと、前記試験用光信号の送出元の光ノード装置がこの通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを認識する第十九のステップと、自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを認識した光ノード装置が3R区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次試験用上り光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第二十のステップとを実行することを特徴とする。

【0059】

あるいは、本発明の3R区間情報の生成方法は、各光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 q を保持し、発ノードである光ノード装置は、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値 p を伝達し、各光ノード装置は、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 p あるいは既に当該初期値 p に加算が行われた被加算値 p' を受け取った場合には、 $(p+q)$ あるいは $(p'+q)$ を演算し、この演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の場合には自己が当該被加算値の初期値 p を送出した光ノード装置を上り光パスにおける3R着ノードとした場合の3R発ノードであると認識し、自己が上り光パスにおける3R発ノードであると認識し、当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を上り光パスにおける3R着ノードとして被加算値の初期値 p を次ホップの隣接光ノード装置に伝達することを特徴とする。

【0060】

【発明の実施の形態】

本発明実施例を説明するのに先立って、3 R 区間、3 R 発ノード、3 R 着ノードの表記について図 1 および図 2 を参照して説明する。図 1 は 3 R 発ノード、3 R 着ノード、3 R 区間の表記を説明するための図である。図 2 は 3 R 区間の性質を説明するための図である。図 1 に示すように、本実施例では、3 R 発ノードを黒く塗り潰した丸、3 R 着ノードをハッチングを施した丸で表記する。

【0061】

また、光ノード装置 # 2 と光ノード装置 # 5 との間が 3 R 区間であるが、その間に含まれる全ての光ノード装置 # 2、# 3、# 4、# 5 相互間もまた 3 R 区間であるとは限らない。その理由は、各光ノード装置の有する発光素子および受光素子の能力は同一とは限らないからである。

【0062】

すなわち、光ノード装置 # 2 の発光素子から発射された光信号が光ノード装置 # 5 の受光素子により途中における 3 R 中継の必要無く受光された場合に、例えば、光ノード装置 # 3 の発光素子は光ノード装置 # 2 の発光素子と比較して半分以下の光信号強度しか出力できないとしたら、光ノード装置 # 3 と光ノード装置 # 5 との間は、必ずしも 3 R 区間にはならない。あるいは、光ノード装置 # 4 の受光素子は、光ノード装置 # 5 の受光素子と比較して半分以下の受光感度しか持たないとしたら、光ノード装置 # 2 と光ノード装置 # 4 との間は、必ずしも 3 R 区間にはならない。また、光ノード装置 # 5 を 3 R 発ノードとし、光ノード装置 # 2 を 3 R 着ノードとした区間についても、上り下りで必ずしも同じ発光素子または受光素子を用いているとは限らず、光信号強度または受光感度が異なる場合があり、必ずしも 3 R 区間にはならない。したがって、図 2 に示すように、3 R 区間の表記は、他の 3 R 区間と一部または全部が重複して表記される場合もある。

。

【0063】

なお、隣接する光ノード装置間の 1 ホップの区間は、明らかに 3 R 区間として機能するが、本発明では、あらかじめ指定した 3 R 発ノードと 3 R 着ノードとの間を 3 R 区間とする。

【0064】

(第一実施例)

本発明第一実施例を図3ないし図5を参照して説明する。図3は第一実施例の網制御装置と光ネットワークとの関係を示す図である。図4は第一実施例の網制御装置のブロック構成図である。図5は第一実施例の保守者装置のブロック構成図である。

【0065】

第一実施例は、図3に示すように、光信号を交換接続する複数の光ノード装置1～8と、この複数の光ノード装置1～8間を接続する光伝送路とを備えた光ネットワークを管理する網制御装置10である。ここで、第一実施例の特徴とするところは、図4に示すように、光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持部11と、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を3R発ノードとする3R区間の推定情報を前記トポロジ情報上に作成する3R区間情報作成部12と、この3R区間情報作成部12により作成された前記トポロジ情報上の3R区間の推定情報の一部または全部を入力された指示に基づき変更する3R区間情報変更部13と、この3R区間情報変更部13により変更された前記トポロジ情報上の3R区間の情報を前記光ノード装置に通知する3R区間情報通知部14とを備えたところにある。

【0066】

次に、第一実施例の網制御装置10の動作を説明する。図3に示すように、光ノード装置1～8からなる光ネットワークを網制御装置10は一括制御する。すなわち、各光ノード装置1～8は、網制御装置10と通信を行うことにより、自光ノード装置が光ネットワーク上で割当てられた役割を認識し、当該役割に相当する機能を発動する。また、網制御装置10は、各光ノード装置1～8からの様々な情報を集約して保持し、当該集約された情報に基づき光ネットワーク運営上必要な様々な計算および処理を実行する。

【0067】

ここでは、網制御装置10の3R区間情報生成の実施例を説明する。トポロジ情報保持部11には、図3に示した光ネットワークのトポロジ情報が保持されて

いる。当該情報は、定期的に更新される。あるいは、トポロジに変更が生じる毎に更新される。続いて、このトポロジ情報上に、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を 3 R 発ノードとする 3 R 区間の推定情報を作成する。図 4 の例では、ホップ数情報が “2” で、3 R 発ノードが光ノード装置 1 である。

【0068】

これにより、3 R 区間情報作成部 12 のトポロジ情報上には、 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ 、 $1 \rightarrow 4 \rightarrow 6$ 、 $1 \rightarrow 5 \rightarrow 7$ の 3 つの 3 R 区間の推定情報が作成される。続いて、3 R 区間情報変更部 13 では、変更を希望する 3 R 区間の推定情報の変更情報が入力される。図 3 の例では、3 R 区間 $1 \rightarrow 5 \rightarrow 7$ を $1 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 8$ に変更するように指示が入力される。このような変更指示は、例えば、区間 $1 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 8$ を頻繁に利用するユーザが区間 $1 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 8$ は 3 R 区間であることを実測により確認した場合に行われる。

【0069】

このようにして変更された 3 R 区間情報は、3 R 区間情報通知部 14 により各光ノード装置 1～8 に通知される。この通知は、3 R 区間情報に変更が生じる毎に行われてもよいし、あるいは、各光ノード装置 1～8 が必要に応じて網制御装置 10 に通知を要求してもよい。

【0070】

ここで、3 R 区間情報作成部 12 に入力されるホップ数情報の決め方について説明する。当該ホップ数情報は、3 R 区間を推定し、そのホップ数で決定するが、第一実施例では、当該ホップ数情報を自動的に算出する機能を有する保守者装置について説明する。

【0071】

第一実施例の保守者装置は、図 5 に示すように、ホップ数の情報を生成するホップ数情報生成部 45 と、光ネットワークのトポロジ情報を当該光ネットワークで使用される光ファイバ種類および波長帯の情報と共に保持するパラメータテーブル 40 と、光ファイバ種別および波長帯と単位区間当りの光信号の劣化度合いとの関係を記録した劣化度合テーブル 50 とを備え、ホップ数情報生成部 45 は

、パラメータテーブル 40 を参照して得たトポロジ情報上における光ファイバ種類および波長帯の情報と劣化度合テーブル 50 に記録された光ファイバ種類および波長帯と単位区間当りの光信号の劣化度合いとを対照して前記ホップ数の情報を生成する。

【0072】

次に、第一実施例の保守者装置の動作を説明する。ホップ数情報生成部 45 は、トポロジ情報を参照し、例えば、光ノード装置 1 を 3 R 発ノードとした場合の 3 R 区間を推定する。この推定には、パラメータテーブル 40 および劣化度合テーブル 50 が用いられる。

【0073】

ここで、光ノード装置 1 を 3 R 発ノードとした場合のホップ数推定手順を説明する。光ノード装置 1 から、例えば、光ノード装置 4 への光パスが設定されたと想定すると、パラメータテーブル 40 から当該光パスが設定された光ファイバ種類は D であり、波長帯は L である。つぎに、劣化度合テーブル 50 を参照して光ファイバ種類 D と波長帯 L との組合せの劣化度合いを調べる。その結果は “-1” である。

【0074】

続いて、光ノード装置 4 から光ノード装置 6 への光パスが設定されたと想定すると、パラメータテーブル 40 から当該光パスが設定された光ファイバ種類は B であり、波長帯は L である。つぎに、劣化度合テーブル 50 を参照して光ファイバ種類 B と波長帯 L との組合せの劣化度合いを調べる。その結果は “-4” である。ここまでの結果から光ノード装置 1 から光ノード装置 6 までの劣化度合いは “-5” である。

【0075】

続いて、光ノード装置 6 から光ノード装置 8 への光パスが設定されたと想定すると、パラメータテーブル 40 から当該光パスが設定された光ファイバ種類は C であり、波長帯は L である。つぎに、劣化度合テーブル 50 を参照して光ファイバ種類 C と波長帯 L との組合せの劣化度合いを調べる。その結果は “-2” である。ここまでの結果から光ノード装置 1 から光ノード装置 8 までの劣化度合いは

“-7”である。

【0076】

ここで、例えば、劣化度合いが“-5”までは3R中継を必要としないことがわかっていれば、光ノード装置1→4→6までは3R中継を必要としないことがわかる。このようにして得られた結果から3R区間のホップ数を推定し、これを網制御装置10の3R区間情報作成部12に与える。

【0077】

ここまでの第一実施例の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスの下り光パスを想定した説明であるが、上り光パスについても下り光パスと同様の手順で3R区間情報を生成できることは容易に類推できるので詳細な説明は省略する。

【0078】

(第二実施例)

第二実施例を図6ないし図10を参照して説明する。図6および図9は第二実施例の網制御装置のブロック構成図である。図7および図10は第二実施例の網制御装置からの指示に基づき実測を行う光ノード装置を説明するための図である。図8は本実施例の実測部のブロック構成図である。

【0079】

第二実施例の網制御装置10は、図6に示すように、光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持部11と、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置1を3R発ノードとする3R区間の推定情報を前記トポロジ情報上に作成する3R区間情報作成部12と、この3R区間情報作成部12により作成された前記トポロジ情報上の3R区間の推定情報に対応する前記光ネットワーク上の区間に試験用光パスを設定するように光ノード装置1～8に指示する試験用光パス設定部15と、この試験用光パス設定部15により光ノード装置1～8が設定した前記試験用光パスによる光信号劣化度合いの実測結果を収集する実測データ収集部16と、この実測データ収集部16により収集された前記光信号劣化度合いの実測結果に基づき3R区間情報作成部12により作成された前記トポロジ情報上の3R区間の推定情報の一部または全部を変更する3R区間情報変更部13と、この3R区間情報変更部13により変更された前記トポロジ

情報上の 3 R 区間の情報を光ノード装置 1～8 に通知する 3 R 区間情報通知部 14 とを備えたことを特徴とする。

【0080】

次に、第二実施例の網制御装置 10 の動作を説明する。図 3 に示すように、光ノード装置 1～8 からなる光ネットワークを網制御装置 10 は一括制御する。すなわち、各光ノード装置 1～8 は、網制御装置 10 と通信を行うことにより、自光ノード装置が光ネットワーク上で割当てられた役割を認識し、当該役割に相当する機能を発動する。また、網制御装置 10 は、各光ノード装置 1～8 からの様々な情報を集約して保持し、当該集約された情報に基づき光ネットワーク運営上必要な様々な計算および処理を実行する。

【0081】

ここでは、網制御装置 10 の 3 R 区間情報生成の実施例を説明する。トポロジ情報保持部 11 には、図 3 に示した光ネットワークのトポロジ情報が保持されている。当該情報は、定期的に更新される。あるいは、トポロジに変更が生じる毎に更新される。続いて、このトポロジ情報上に、入力されたホップ数情報に基づき指定された光ノード装置を 3 R 発ノードとする 3 R 区間の推定情報を作成する。図 6 の例では、ホップ数情報が“3”で、3 R 発ノードが光ノード装置 1 である。

【0082】

これにより、3 R 区間情報作成部 12 のトポロジ情報上には、1→2→3、1→4→6→8、1→5→7→8 の 3 つの 3 R 区間の推定情報が作成される。続いて、試験用光パス設定部 15 では、3 R 区間情報作成部 12 により作成された 3 R 区間に実際に試験用光パスを設定して実測を行うように、光ノード装置 1～8 に指示する。

【0083】

図 7 を参照して光ノード装置 1、4、6、8 における 3 R 区間実測手順を説明する。各光ノード装置 1、4、6、8 の制御系 17 に、試験用光パス設定部 15 からの指示が到着すると、各光ノード装置 1、4、6、8 は自己の役割を認識して機能を発動する。すなわち、光ノード装置 1 は、自己が 3 R 発ノードであり、

光ノード装置 8 までの試験用光パスを設定することを認識し、隣接する光ノード装置 4 までの試験用光パス設定に必要なリソースを確保し、光ノード装置 4 に対して試験用光パスの設定要求を行う。光ノード装置 4 は、光ノード装置 1 からの試験用光パス設定要求を受け取り、光ノード装置 6 までの試験用光パス設定に必要なリソースを確保し、光ノード装置 6 に対して試験用光パス設定要求を行う。光ノード装置 6 は、光ノード装置 4 からの試験用光パス設定要求を受け取り、光ノード装置 8 までの試験用光パス設定に必要なリソースを確保し、光ノード装置 8 に対して試験用光パス設定要求を行う。光ノード装置 8 では、光ノード装置 6 からの試験用光パス要求を受け取り、光ノード装置 6 との間の試験用光パス設定を行い、当該設定が完了した旨を知らせる試験用光パス設定完了通知を光ノード装置 6 に対して行う。光ノード装置 6 は、光ノード装置 8 からの試験用光パス設定完了通知を受け取り、光ノード装置 4 との間の試験用光パス設定を行い、当該設定が完了した旨を知らせる試験用光パス設定完了通知を光ノード装置 4 に対して行う。光ノード装置 4 は、光ノード装置 6 からの試験用光パス設定完了通知を受け取り、光ノード装置 1 との間の試験用光パス設定を行い、当該設定が完了した旨を知らせる試験用光パス設定完了通知を光ノード装置 1 に対して行う。これらの試験用光パス設定は、光パス設定部 19 により行われる。

【0084】

光ノード装置 1 は、光ノード装置 4 からの試験用光パス設定完了通知を受け取り、光ノード装置 8 までの試験用光パスが設定されたことを認識し、当該試験用光パスに実測部 18 の送信器 (TX) から試験用光信号を送出する。この試験用光信号は、各光ノード装置 4、6、8 の実測部 18 の受信器 (RX) により受信される。試験用光信号を受信した各光ノード装置 4、6、8 の実測部 18 は、当該試験用光信号の劣化度合いを判定し、その結果を光ノード装置 1 の制御系 17 に通知する。この通知を受けた光ノード装置 1 の制御系 17 は、光ノード装置 4、6 までは 3R 中継を必要としないことを認識し、その実測結果を網制御装置 10 に通知する。光ノード装置 1 は、同様に、区間 1→2→3、区間 1→5→7→8 についても実測を行う。

【0085】

実測部 18 は、図 8 に示すように、光ノイズ観測部 25 および光強度観測部 26 により、それぞれ光信号の光ノイズおよび光強度を実測する。この実測結果は、実測データ生成部 31 により集約される。なお、他実施例における実測部 18 も同様の構成である。

【0086】

網制御装置 10 の実測データ収集部 16 は、光ノード装置 1 から通知される実測結果を収集し、3R 区間情報変更部 13 に伝達する。3R 区間情報変更部 13 は、3R 区間情報作成部 12 が作成した 3R 区間の推定情報に対し、実測データ収集部 16 から伝達された実測結果により変更を行う。その結果、3R 区間 1→4→6→8 は、1→4→6 に変更される。3R 区間情報変更部 13 により変更された 3R 区間情報は、3R 区間情報通知部 14 により光ノード装置 1～8 に通知される。この通知は、3R 区間情報に変更が生じる毎に行われてもよいし、あるいは、各光ノード装置 1～8 が必要に応じて網制御装置 10 に通知を要求してもよい。

【0087】

ここまでの第二実施例の説明は、単方向光パスまたは双方向光パスの下り光パスを想定した場合の説明である。続いて、上り光パスを想定した場合について図 9 および図 10 を参照して説明する。図 3 に示すように、光ノード装置 1～8 からなる光ネットワークを網制御装置 10 は一括制御する。すなわち、各光ノード装置 1～8 は、網制御装置 10 と通信を行うことにより、自光ノード装置が光ネットワーク上で割当てられた役割を認識し、当該役割に相当する機能を発動する。また、網制御装置 10 は、各光ノード装置 1～8 からの様々な情報を集約して保持し、当該集約された情報に基づき光ネットワーク運営上必要な様々な計算および処理を実行する。

【0088】

ここでは、網制御装置 10 の 3R 区間情報生成の実施例を説明する。トポロジ情報保持部 11 には、図 3 に示した光ネットワークのトポロジ情報が保持されている。当該情報は、定期的に更新される。あるいは、トポロジに変更が生じる毎に更新される。続いて、このトポロジ情報上に、入力されたホップ数情報に基づ

き指定された光ノード装置を 3 R 発ノードとする 3 R 区間の推定情報を作成する。図 9 の例では、ホップ数情報が “3” で、3 R 発ノードが光ノード装置 3 および 8 である。

【0089】

これにより、3 R 区間情報作成部 12 のトポロジ情報上には、3 → 2 → 1、8 → 6 → 4 → 1、8 → 7 → 5 → 1 の 3 つの 3 R 区間の推定情報が作成される。続いて、試験用光パス設定部 15 では、3 R 区間情報作成部 12 により作成された 3 R 区間に実際に試験用光パスを設定して実測を行うように、光ノード装置 1 ~ 8 に指示する。

【0090】

図 10 を参照して光ノード装置 1、4、6、8 における 3 R 区間実測手順を説明する。各光ノード装置 1、4、6、8 の制御系 17 に、試験用光パス設定部 15 からの指示が到着すると、各光ノード装置 1、4、6、8 は自己の役割を認識して機能を発動する。すなわち、光ノード装置 1 は、自己が上り光パスの 3 R 着ノードであり、光ノード装置 8 までの試験用光パスを設定することを認識し、隣接する光ノード装置 4 までの試験用光パス設定に必要なリソースを確保し、光ノード装置 4 に対して試験用光パスの設定要求を行う。光ノード装置 4 は、光ノード装置 1 からの試験用光パス設定要求を受け取り、光ノード装置 6 までの試験用光パス設定に必要なリソースを確保し、光ノード装置 6 に対して試験用光パス設定要求を行う。光ノード装置 6 は、光ノード装置 4 からの試験用光パス設定要求を受け取り、光ノード装置 8 までの試験用光パス設定に必要なリソースを確保し、光ノード装置 8 に対して試験用光パス設定要求を行う。光ノード装置 8 では、光ノード装置 6 からの試験用光パス要求を受け取り、光ノード装置 6 との間の試験用光パス設定を行い、当該設定が完了した旨を知らせる試験用光パス設定完了通知を光ノード装置 6 に対して行う。光ノード装置 6 は、光ノード装置 8 からの試験用光パス設定完了通知を受け取り、光ノード装置 4 との間の試験用光パス設定を行い、当該設定が完了した旨を知らせる試験用光パス設定完了通知を光ノード装置 4 に対して行う。光ノード装置 4 は、光ノード装置 6 からの試験用光パス設定完了通知を受け取り、光ノード装置 1 との間の試験用光パス設定を行い、当

該設定が完了した旨を知らせる試験用光パス設定完了通知を光ノード装置 1 に対して行う。これらの試験用光パス設定は、光パス設定部 19 により行われる。

【0091】

光ノード装置 1 は、光ノード装置 4 からの試験用光パス設定完了通知を受け取り、光ノード装置 8 までの試験用光パスが設定されたことを認識する。続いて、光ノード装置 1 は光ノード装置 8 に対して試験用光信号の送出を要求する。この要求を受け取った光ノード装置 8 は、試験用上り光パスに実測部 18 の送信器 (TX) から試験用光信号を送出する。この試験用光信号は、各光ノード装置 6、4、1 の実測部 18 の受信器 (RX) により受信される。試験用光信号を受信した各光ノード装置 6、4 の実測部 18 は、当該試験用光信号の劣化度合いを判定し、その結果を光ノード装置 1 の制御系 17 に通知する。この通知を受けた光ノード装置 1 の制御系 17 は、光ノード装置 4、6 では 3R 中継を必要としないが、自己 (光ノード装置 1) が受信した試験用光信号は劣化が多く、3R 中継を必要とすることを認識し、その実測結果を網制御装置 10 に通知する。光ノード装置 1 は、同様に、区間 3→2→1、区間 8→7→5→1 についても実測を行う。

【0092】

網制御装置 10 の実測データ収集部 16 は、光ノード装置 1 から通知される実測結果を収集し、3R 区間情報変更部 13 に伝達する。3R 区間情報変更部 13 は、3R 区間情報作成部 12 が作成した 3R 区間の推定情報に対し、実測データ収集部 16 から伝達された実測結果により変更を行う。その結果、3R 区間 8→6→4→1 は、6→4→1 に変更される。3R 区間情報変更部 13 により変更された 3R 区間情報は、3R 区間情報通知部 14 により光ノード装置 1～8 に通知される。この通知は、3R 区間情報に変更が生じる毎に行われてもよいし、あるいは、各光ノード装置 1～8 が必要に応じて網制御装置 10 に通知を要求してもよい。

【0093】

このように、第二実施例の網制御装置 10 は、最初に 3R 区間情報作成部 12 に与えられたホップ数の推定値に対して実測を行い、変更を加えることにより、最終的に正確な 3R 区間情報を得ることができる。したがって、3R 区間情報作

成部 12 に与えるホップ数の推定値としては、3 R 区間とすることが可能と推定される最大値を与えることが望ましい。あるいは、当該最大値を多少超えたホップ数を与えておき、実測による修正を期待してもよい。これにより、可能な限り大きな 3 R 区間を光ネットワーク上に設定することができ、必要最小数あるいは必要最小能力の 3 R 中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図り、経済的な光ネットワークを構成することができる。

【0094】

(第三実施例)

第三実施例を図 11 および図 12 を参照して説明する。図 11 は第三実施例の網制御装置の要部ブロック構成図である。図 12 は第三実施例の網制御装置におけるトラヒック需要情報収集を説明するための図である。

【0095】

第三実施例の網制御装置 10 は、図 11 に示すように、光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持部 11 と、光ネットワークに設定された 3 R 区間を当該トポロジ情報に対応して保持する 3 R 区間情報保持部 20 と、光ネットワーク内のトラヒック需要情報を収集するトラヒック需要情報収集部 21 と、このトラヒック需要情報収集部 21 により収集されたトラヒック需要情報に基づきトラヒック需要が増加した区間の内で 3 R 区間情報保持部 20 の情報を参照して未だ 3 R 区間情報が生成されていない区間を保守者に通知する 3 R 区間情報追加要求部 22 とを備えたことを特徴とする。

【0096】

次に、第三実施例の網制御装置 10 の動作を説明する。第三実施例の網制御装置 10 は、3 R 区間情報保持部 20 に、既に得られた光ネットワーク上の 3 R 区間情報を保持している。各光ノード装置 1～8 は、自己に接続されたリンクにおけるトラヒックを測定しており、トラヒック需要情報収集部 21 は、光ノード装置 1～8 から通知される各光ノード装置 1～8 に接続されたリンクにおけるトラヒック需要情報を収集する。なお、各光ノード装置 1～8 におけるトラヒック測定に関しては既知の技術であるので、詳細な説明は省略する。このトラヒック需要情報は、3 R 区間情報追加要求部 22 に伝達される。

【0097】

いま、3R 区間情報追加要求部 22 が、図 12 に示すように、区間 1→4→5 におけるトラヒック需要が増加していることを察知した場合に、3R 区間情報保持部 20 を参照し、区間 1→4→5 の 3R 区間情報が無いことが判明したときには、当該区間 1→4→5 における 3R 区間情報を保守者に対して要求する。この要求を受けた保守者は、例えば、第一または第二実施例で説明した網制御装置の機能を利用して 3R 区間情報を生成する。

【0098】

ここまでの第三実施例の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスの下り光パスを想定した説明であるが、上り光パスについても下り光パスと同様の手順で 3R 区間情報を生成できることは容易に類推できるので詳細な説明は省略する。

【0099】

(第四実施例)

第四実施例の網制御装置を図 12 および図 13 を参照して説明する。図 12 は第四実施例の網制御装置におけるトラヒック需要情報収集を説明するための図であり、第三実施例と共通である。図 13 は第四実施例の網制御装置の要部ブロック構成図である。

【0100】

第四実施例の網制御装置 10 は、図 13 に示すように、光ネットワークのトポロジ情報を保持するトポロジ情報保持部 11 と、光ネットワークに設定された 3R 区間を当該トポロジ情報に対応して保持する 3R 区間情報保持部 20 と、光ネットワーク内のトラヒック需要情報を収集するトラヒック需要情報収集部 21 と、このトラヒック需要情報収集部 21 により収集されたトラヒック需要情報に基づきトラヒック需要が増加した区間の内で 3R 区間情報保持部 20 を参照して未だ 3R 区間情報が生成されていない区間の 3R 区間情報を新たに生成する試験用光パス設定部 15、実測データ収集部 16、3R 区間情報変更部 13 とを備えたことを特徴とする。

【0101】

次に、第四実施例の網制御装置 10 の動作を説明する。第四実施例の網制御装

置 10 は、3 R 区間情報保持部 20 に、既に得られた光ネットワーク上の 3 R 区間情報を保持している。各光ノード装置 1～8 は、自己に接続されたリンクにおけるトラヒックを測定しており、トラヒック需要情報収集部 21 は、光ノード装置 1～8 から通知される各光ノード装置 1～8 に接続されたリンクにおけるトラヒック需要情報を収集する。なお、各光ノード装置 1～8 におけるトラヒック測定に関しては既知の技術であるので、詳細な説明は省略する。このトラヒック需要情報は、試験用光パス設定部 15 に伝達される。

【0102】

いま、試験用光パス設定部 15 が、図 12 に示すように、区間 1→4→5 におけるトラヒック需要が増加していることを察知した場合に、3 R 区間情報保持部 20 を参照し、区間 1→4→5 の 3 R 区間情報が無いことが判明したときには、光ノード装置 1、4、5 に試験用光パス設定および 3 R 区間情報の実測を指示する。実測データ収集部 16 は、光ノード装置 1、4、5 からの 3 R 区間情報の実測結果を収集する。当該実測結果が区間 1→4→5 を 3 R 区間とすることが可能であることを示しているときには、3 R 区間情報変更部 13 に対して区間 1→4→5 を新たな 3 R 区間とするように指示する。3 R 区間情報変更部 13 は、当該指示を受けると 3 R 区間情報を変更し、3 R 区間情報保持部 20 に対して 3 R 区間情報の変更を指示すると共に、3 R 区間情報通知部 14 に当該変更内容を伝達する。3 R 区間情報通知部 14 は、各光ノード装置 1～8 に当該変更内容を通知する。

【0103】

ここまでの第四実施例の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスの下り光パスを想定した説明であるが、上り光パスについても下り光パスと同様の手順で 3 R 区間情報を生成できることは容易に類推できるので詳細な説明は省略する。

【0104】

(第五実施例)

第五実施例の光ノード装置を図 14 および図 15 を参照して説明する。図 14 および図 15 は第五実施例の光ノード装置の要部ブロック構成および動作を説明するための図である。第五実施例の光ノード装置は、図 14 に示すように、自己

に到着する光信号の劣化状態を検出する実測部 18 と、この実測部 18 の検出結果が信号劣化を検出したときには自己の一つ前のホップに相当する隣接光ノード装置に当該光ノード装置が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを通知する制御系 17 と、自己が次ホップの隣接光ノード装置の制御系 17 からの通知を受け取ったときには自己が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであると認識する 3 R 中継部 24 と、自己が保持する 3 R 区間情報を当該認識結果に基づき更新する 3 R 区間情報保持部 23 とを備えたことを特徴とする。

【0105】

次に、第五実施例の光ノード装置の動作を説明する。第五実施例の光ノード装置は、光ノード装置相互間の広告により光ネットワーク全体の 3 R 区間情報を 3 R 区間情報保持部 23 に保持している。また、自己を経由する光パスが設定されているときには、当該光パスを伝送される光信号を実測部 18 に分岐入力し、その信号劣化状態を観測している。いま、光ノード装置 #4 で、光信号の劣化が検出されたとすると、光ノード装置 #4 は、光ノード装置 #3 に対して光ノード装置 #3 が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを通知する。この通知を受けた光ノード装置 #3 では、自己を経由する光パスを 3 R 中継部 24 に導き、3 R 中継を施す。さらに、光ノード装置 #3 の制御系 17 は、自己が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを他光ノード装置に広告する。当該広告を受け取った光ノード装置の 3 R 区間情報保持部 23 は、自己が保持している 3 R 区間情報を更新する。

【0106】

ここまでの第五実施例の説明は、単方向光パスまたは双方向光パスの下り光パスを想定した場合の説明である。続いて、上り光パスを想定した場合について図 15 を参照して説明する。第五実施例の光ノード装置は、図 15 に示すように、自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する実測部 18 と、この実測部 18 の検出結果が信号劣化を検出したときには自己の次ホップに相当する隣接光ノード装置に当該光ノード装置が上り光パスにおける 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを通知する制御系 17 と、自己が前ホ

ップの隣接光ノード装置の制御系 17 からの通知を受け取ったときには自己が上り光パスにおける 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを認識する 3 R 中継部 24 と、自己が保持する 3 R 区間情報を当該認識結果に基づき更新する 3 R 区間情報保持部 23 とを備えたことを特徴とする。

【0107】

次に、第五実施例の光ノード装置の動作を説明する。第五実施例の光ノード装置は、光ノード装置相互間の広告により光ネットワーク全体の 3 R 区間情報を 3 R 区間情報保持部 23 に保持している。また、自己を経由する上り光パスが設定されているときには、当該上り光パスを伝送される光信号を実測部 18 に分岐入力し、その信号劣化状態を観測している。いま、光ノード装置 #1 で、光信号の劣化が検出されたとすると、光ノード装置 #1 は、光ノード装置 #2 に対して光ノード装置 #2 が上り光パスにおける 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを通知する。この通知を受けた光ノード装置 #2 では、自己を経由する上り光パスを 3 R 中継部 24 に導き、3 R 中継を施す。さらに、光ノード装置 #2 の制御系 17 は、自己が 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであることを他光ノード装置に広告する。当該広告を受け取った光ノード装置の 3 R 区間情報保持部 23 は、自己が保持している 3 R 区間情報を更新する。

【0108】

このように、あらかじめ設定されている 3 R 区間に変化が生じる状況を説明すると、例えば、一つの光ノード装置に新規の光パスが多数設定された場合に、既設の光パスが新設された光パスの影響によるクロストークや非線形効果などによるノイズを受ける場合があり、このような場合には、3 R 区間に変化が生じる。第五実施例では、このような 3 R 区間の変化に柔軟に対応することができる。

【0109】

なお、各光ノード装置がそれぞれ 3 R 中継部 24 を有しているのであれば、従来と比較してネットワークリソースの有効利用が図れるのかという懸念が生じるが、従来は、全ての光ノード装置が等しく 3 R 中継を行っているのに対し、第五実施例では、選ばれた光ノード装置のみが 3 R 中継を行っているのであり、3 R

中継負荷は複数の光ノード装置に分散されるので、ネットワークリソースの有効利用を図ることができる。

【0110】

すなわち、各光ノード装置の3R中継部24は、ほとんどの場合に、自己を経由する光パスの一部だけを3R中継すればよいのである。これに対し、従来は、各光ノード装置の3R中継部24は、自己を経由する光パスの全部に対して3R中継を行う必要があった。したがって、3R中継部24の規模は従来と比較して小さな規模で対応できるため、ネットワークリソースの有効利用および低コスト化を図ることができる。

【0111】

(第六実施例)

第六実施例の光ノード装置を図16ないし図18を参照して説明する。図16は第六実施例の出力側に光スイッチ部を備えた光ノード装置のブロック構成図である。図17は第六実施例の入力側に光スイッチ部を備えた光ノード装置のブロック構成図である。図18は第六実施例のトランク型の3R中継部を備えた光ノード装置のブロック構成図である。

【0112】

第六実施例の光ノード装置は、自己に到着する光信号の劣化状態を検出する実測部18と、この実測部18の検出結果が信号劣化を検出したときには自己が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであると認識する3R中継部24と、自己が保持する3R区間情報を当該認識結果に基づき更新する3R区間情報保持部23とを備えたことを特徴とする。

【0113】

第五実施例では、光信号の劣化を検出した光ノード装置が自己の前ホップの光ノード装置に対して当該光ノード装置が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであることを通知するのに対し、第六実施例では、光信号の劣化を検出した光ノード装置自身が自己が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであることを認識するので、第六実施例において検出される光信号の劣化度合いは、第五実施例において検出される光信号の劣化度合いと比較すると少

ない劣化度合いである。すなわち、第五実施例における光信号の劣化度合いは、3 R 中継によって再生し得ない程度の著しい劣化であってもその前ホップの光ノード装置が3 R 中継を行うのであるから問題はない。これに対し、第六実施例における光信号の劣化度合いは、自身の3 R 中継によって再生し得る程度でなければならない。

【0114】

次に、第六実施例の光ノード装置の動作を説明する。図16に示す光ノード装置は、実測部18が入力された光信号の劣化を検出すると、その検出結果は制御系17に伝達される。制御系17は、セクタ27に指示を出して、入力された光信号を3 R 中継部24に接続する。これにより、光スイッチ部28には、3 R 中継部24を経由して3 R 中継が施された光信号が入力される。また、3 R 区間情報保持部23は、自己が3 R 着ノードであると共に次3 R 区間の3 R 発ノードであることを認識し、これまで保持していた3 R 区間情報を更新する。なお、第五実施例で説明したように、更新された3 R 区間情報を他光ノード装置に広告する構成としてもよい。

【0115】

図17に示す光ノード装置は、光スイッチ部28から出力される光信号の劣化を実測部18が検出すると、その検出結果は制御系17に伝達される。制御系17は、セクタ27に指示を出して、入力された光信号を3 R 中継部24に接続する。これにより、3 R 中継部24を経由して3 R 中継が施された光信号が出力される。また、3 R 区間情報保持部23は、自己が3 R 中継を行う光ノード装置になったことを認識し、これまで保持していた3 R 区間情報を更新する。なお、第五実施例で説明したように、更新された3 R 区間情報を他光ノード装置に広告する構成としてもよい。

【0116】

図18に示す光ノード装置は、実測部18が入力された光信号の劣化を検出すると、その検出結果は制御系17に伝達される。制御系17は、光スイッチ部28に指示を出して、入力された光信号を3 R 中継部24に接続する。これにより、光スイッチ部28からいったん出力された光信号は、3 R 中継部24を経由し

て 3 R 中継された光信号が再び光スイッチ部 28 に入力される。光スイッチ部 28 は、3 R 中継された光信号を目的方路にスイッチングする。また、3 R 区間情報保持部 23 は、自己が 3 R 中継を行う光ノード装置になったことを認識し、これまで保持していた 3 R 区間情報を更新する。なお、第五実施例で説明したように、更新された 3 R 区間情報を他光ノード装置に広告する構成としてもよい。

【0117】

ここまでの第六実施例の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスの下り光パスを想定した説明であるが、上り光パスについても下り光パスと同様の手順で 3 R 区間情報を生成できることは容易に類推できるので詳細な説明は省略する。

【0118】

すなわち、自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する実測部 18 と、この実測部 18 の検出結果が信号劣化を検出したときには自己が上り光パスにおける 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードであると認識する制御系 17 と、自己が保持する 3 R 区間情報を当該認識結果に基づき更新する 3 R 区間情報保持部 23 とを備えたことを特徴とする。

【0119】

(第七実施例)

第七実施例の光ノード装置を図 19 ないし図 22 を参照して説明する。図 19 および図 21 は第七実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図である。図 20 および図 22 は第七実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集手順を示す図である。

【0120】

第七実施例の光ノード装置は、光信号を交換接続し、自己から着ノードまでの経路上の 3 R 区間情報を生成する光ノード装置であって、図 19 に示すように、前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、この送出手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出手段される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの

当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して当該他光ノード装置が3 R着ノードであると共に次3 R区間の3 R発ノードであることを通知する手段とを3 R区間情報収集部29に備え、当該通知を受け取った前記他光ノード装置は、前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、この送出手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出手段とを3 R区間情報収集部29に備えたことを特徴とする。実際には、各光ノード装置に3 R区間情報収集部29を備えており、自己が発ノードあるいは3 R発ノードになったときには、上記の各手段の機能を発動させる。

【0121】

次に、第七実施例の光ノード装置の動作を説明する。図20に示す3 R区間情報収集手順は、3 R区間情報収集部29により実行される。ここでは、光ノード装置#1が3 R発ノードとなり、光パスを設定しながら3 R区間情報を生成する過程を例にとって説明する。図20に示すように、光ノード装置#1の3 R区間情報収集部29では、自己から1ホップ先の光ノード装置#2に対して光パスを設定する(ステップ1、ステップ2)。図19では、光ノード装置#1は光パス設定要求(PATH)を光ノード装置#2に送出手段とを3 R区間情報収集部29に備えたことを特徴とする。実際には、各光ノード装置に3 R区間情報収集部29を備えており、自己が発ノードあるいは3 R発ノードになったときには、上記の各手段の機能を発動させる。

【0122】

続いて、光ノード装置#1は、設定された光パスに対して試験用光信号（LIGHT）を送出し（ステップ3）、光ノード装置#2からの試験用光信号劣化状況報告（RESULT）を受信する（ステップ4）。光ノード装置#2からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から2ホップ先の光ノード装置#3に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図19では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2を経由して光ノード装置#3に送出する。光ノード装置#3は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#3との間に光パスが設定される。

【0123】

続いて、光ノード装置#1は、設定された光パスに対して試験用光信号（LIGHT）を送出し（ステップ3）、光ノード装置#3からの試験用光信号劣化状況報告（RESULT）を受信する（ステップ4）。光ノード装置#3からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から3ホップ先の光ノード装置#4に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図19では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2および#3を経由して光ノード装置#4に送出する。光ノード装置#4は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#3および#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#4との間に光パスが設定される。

【0124】

続いて、光ノード装置#1は、設定された光パスに対して試験用光信号（LIGHT）を送出し（ステップ3）、光ノード装置#4からの試験用光信号劣化状況報告（RESULT）を受信する（ステップ4）。光ノード装置#4からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光

ノード装置#1は、自己から4ホップ先の光ノード装置#5に対して光パスを設定する(ステップ6、ステップ2)。図19では、光ノード装置#1は光パス設定要求(PATH)を光ノード装置#2、#3、#4を経由して光ノード装置#5に送出する。光ノード装置#5は、光パス設定要求(PATH)を受け取ると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知(RESV)を光ノード装置#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#5との間に光パスが設定される。

【0125】

続いて、光ノード装置#1は、設定された光パスに対して試験用光信号(LIGHT)を送出し(ステップ3)、光ノード装置#5からの試験用光信号劣化状況報告(RESULT)を受信する(ステップ4)。光ノード装置#5からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので(ステップ5)、光ノード装置#1は、自己から5ホップ先の光ノード装置#6に対して光パスを設定する(ステップ6、ステップ2)。図19では、光ノード装置#1は光パス設定要求(PATH)を光ノード装置#2、#3、#4、#5を経由して光ノード装置#6に送出する。光ノード装置#6は、光パス設定要求(PATH)を受け取ると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知(RESV)を光ノード装置#5、#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#6との間に光パスが設定される。

【0126】

続いて、光ノード装置#1は、設定された光パスに対して試験用光信号(LIGHT)を送出し(ステップ3)、光ノード装置#6からの試験用光信号劣化状況報告(RESULT)を受信する(ステップ4)。光ノード装置#6からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されたので(ステップ5)、自己から4ホップ先の光ノード装置#5に対して光ノード装置#5が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであることを通知(状態通知)する(ステップ7)。光ノード装置#5は光ノード装置#1からの通知を受け取ると光ノード装置#1に対して自己が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであ

ることの承諾を応答する。

【0127】

また、光ノード装置#5は、光ノード装置#1からの通知により（ステップ8）、自己が3R発ノードであると認識し、ステップ1からの手順を実行する。また、光ノード装置#1は、光ノード装置#5に、光ノード装置#5が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであることを通知し、他光ノード装置から、光ノード装置#1が3R着ノードであると共に次3R区間の3R発ノードであるという通知を受けていないので処理を終了する。

【0128】

このようにして、第七実施例では、光パス設定の過程において、3R中継を実施する光ノード装置を決定しながら3R区間情報を収集することができる。図19の例では、各光ノード装置#1～#7の全てにそれぞれ3R区間情報収集部29を備えたが、例えば、一つおきに備えるといった構成とすることもできる。また、本実施例では説明をわかりやすくするために、3R中継が不必要であると予想される光ノード装置#2あるいは#3に対しても試験用光信号を送出したが、これらの光ノード装置#2、#3に対しては、試験用光信号送出の手順を省くこともできる。あるいは、3R中継の必要があると予想される光ノード装置#5、#6に対してのみ、試験用光信号を送出してもよい。

【0129】

ここまでの第七実施例の説明は、単方向光パスまたは双方向光パスの下り光パスを想定した場合の説明である。続いて、上り光パスを想定した場合について図21および図22を参照して説明する。第七実施例の光ノード装置は、発ノードから着ノードまでの経路上の3R区間情報を生成する光ノード装置であって、自己が発ノードであるときに着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定する3R区間情報収集部29を備え、この3R区間情報収集部29は、自己が発ノードでないときに自己に光パスが設定されると上り光パスに試験用光信号を送出する手段を備え、また、この3R区間情報収集部29は、自己が発ノードであるときに前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用

光信号の送出元に対して通知する手段を備え、さらに、前記試験用光信号の送出元の光ノード装置の 3 R 区間情報収集部 29 は、この通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識する手段を備え、さらに、自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識した光ノード装置の 3 R 区間情報収集部 29 は、自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備えたことを特徴とする。実際には、各光ノード装置に 3 R 区間情報収集部 29 を備えており、自己が発ノードまたは 3 R 発ノードまたは 3 R 着ノードになったときには、上記の各手段の機能を発動させる。

【0130】

次に、第七実施例の光ノード装置の動作を説明する。図 22 に示す 3 R 区間情報収集手順は、3 R 区間情報収集部 29 により実行される。ここでは、光ノード装置 #1 が上り光パスにおける 3 R 着ノードとなり、光パスを設定しながら 3 R 区間情報を生成する過程を例にとって説明する。図 22 に示すように、光ノード装置 #1 の 3 R 区間情報収集部 29 では、自己から 1 ホップ先の光ノード装置 #2 に対して光パスを設定する（ステップ 1、ステップ 2）。図 21 では、光ノード装置 #1 は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置 #2 に送出する。光ノード装置 #2 は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置 #1 に対して光パス設定完了通知（RESV）を送出する。これにより光ノード装置 #1 と #2 との間に光パスが設定される。

【0131】

続いて、光ノード装置 #1 は、設定された上り光パスからの試験用光信号（LIGHT）を受信し（ステップ 3）、光ノード装置 #2 からの試験用光信号劣化を実測してその実測結果（RESULT）を光ノード装置 #2 に報告する（ステップ 4）。光ノード装置 #2 からの試験用光信号には、劣化が検出されていない

ので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から2ホップ先の光ノード装置#3に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図21では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2を経由して光ノード装置#3に送出する。光ノード装置#3は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#3との間に光パスが設定される。

【0132】

続いて、光ノード装置#1は、設定された上り光パスからの試験用光信号（LIGHT）を受信し（ステップ3）、光ノード装置#3からの試験用光信号劣化を実測してその実測結果（RESULT）を光ノード装置#3に報告する（ステップ4）。光ノード装置#3からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から3ホップ先の光ノード装置#4に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図21では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2および#3を経由して光ノード装置#4に送出する。光ノード装置#4は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#3および#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#4との間に光パスが設定される。

【0133】

続いて、光ノード装置#1は、設定された上り光パスからの試験用光信号（LIGHT）を受信し（ステップ3）、光ノード装置#4からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果（RESULT）を光ノード装置#4に報告する（ステップ4）。光ノード装置#4からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から4ホップ先の光ノード装置#5に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図21では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2、#3、#4を経由して光ノード装置#5に送出する。光ノード装置#5は、光パス設定要求（P

ATH)を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知(RESV)を光ノード装置#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#5との間に光パスが設定される。

【0134】

続いて、光ノード装置#1は、設定された上り光パスからの試験用光信号(LIGHT)を受信し(ステップ3)、光ノード装置#5からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果(RESULT)を光ノード装置#5に報告する(ステップ4)。光ノード装置#5からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので(ステップ5)、光ノード装置#1は、自己から5ホップ先の光ノード装置#6に対して光パスを設定する(ステップ6、ステップ2)。図21では、光ノード装置#1は光パス設定要求(PATH)を光ノード装置#2、#3、#4、#5を経由して光ノード装置#6に送出する。光ノード装置#6は、光パス設定要求(PATH)を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知(RESV)を光ノード装置#5、#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#6との間に光パスが設定される。

【0135】

続いて、光ノード装置#1は、設定された上り光パスからの試験用光信号(LIGHT)を受信し(ステップ3)、光ノード装置#6からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果(RESULT)を光ノード装置#6に報告する(ステップ4)。光ノード装置#6からの試験用光信号には、劣化が検出されたので(ステップ5)、自己から4ホップ先の光ノード装置#5に対して光ノード装置#5が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることを通知(状態通知)する(ステップ7)。光ノード装置#5は光ノード装置#1からの通知を受け取ると光ノード装置#1に対して自己が上り光パスにおける3R発ノードであると共に前3R区間の3R着ノードであることの承諾を応答する。

【0136】

また、光ノード装置# 5は、光ノード装置# 1からの通知により（ステップ8）、自己が3 R発ノードであると認識し、ステップ1からの手順を実行する。また、光ノード装置# 1は、光ノード装置# 5に、光ノード装置# 5が3 R発ノードであると共に前3 R区間の3 R着ノードであることを通知し、他光ノード装置から、光ノード装置# 1が3 R発ノードであると共に前3 R区間の3 R着ノードであるという通知を受けていないので処理を終了する。

【0137】

なお、図21の例では、光ノード装置# 1が上り光パスから到着する光ノード装置# 2～# 5の試験用光信号を受信した際に、劣化が検出されていない場合でも報告（RESULT）を行っているが、この報告は単に試験用光信号の受信確認としての役割しか持っていないので、この報告手順を省略してもよい。

【0138】

このようにして、第七実施例では、光パス設定の過程において、3 R中継を実施する光ノード装置を決定しながら3 R区間情報を収集することができる。図21の例では、各光ノード装置# 1～# 7の全てにそれぞれ3 R区間情報収集部を29を備えたが、例えば、一つおきに備えるといった構成とすることもできる。また、本実施例では説明をわかりやすくするために、3 R中継が不必要であると予想される光ノード装置# 2あるいは# 3に対しても試験用光信号を送出したが、これらの光ノード装置# 2、# 3に対しては、試験用光信号送出の手順を省くこともできる。あるいは、3 R中継の必要があると予想される光ノード装置# 5、# 6に対してのみ、試験用光信号を送出してもよい。

【0139】

（第八実施例）

第八実施例の光ノード装置を図23ないし図26を参照して説明する。図23および図25は第八実施例の光ノード装置における3 R区間情報収集の概念を示す図である。図24および図26は第八実施例の光ノード装置における3 R区間情報収集手順を示す図である。

【0140】

第八実施例の光ノード装置は、自己から3 R区間情報測定対象となる被測定リ

リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次試験用光パスを設定する手段と、この設定する手段により前記被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、この送出手段により前記被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置を 3 R 着ノードであると共に次 3 R 区間の 3 R 発ノードとして認識する手段とを 3 R 区間情報収集部 30 に備えたことを特徴とする。実際には、各光ノード装置に 3 R 区間情報収集部 30 を備えており、自己の 3 R 区間情報収集の必要に応じて上記の各手段の機能を発動させる。

【0141】

次に、第八実施例の光ノード装置の動作を説明する。図 24 に示す 3 R 区間情報収集手順は、3 R 区間情報収集部 30 により実行される。ここでは、光ノード装置 #1 が 3 R 発ノードになったと想定した場合の 3 R 区間情報を収集する過程を例にとって説明する。図 23 に示すように、光ノード装置 #1 の 3 R 区間情報収集部 30 では、自己から 1 ホップ先の光ノード装置 #2 に対して試験用光パスを設定する（ステップ 1、ステップ 2）。図 23 では、光ノード装置 #1 は試験用光パス設定要求（PATH）を光ノード装置 #2 に送出する。光ノード装置 #2 は、試験用光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置 #1 に対して試験用光パス設定完了通知（RESV）を送出する。これにより光ノード装置 #1 と #2 との間に試験用光パスが設定される。

【0142】

続いて、光ノード装置 #1 は、設定された試験用光パスに対して試験用光信号（LIGHT）を送出し（ステップ 3）、光ノード装置 #2 からの試験用光信号

劣化状況報告 (RESULT) を受信する (ステップ4)。光ノード装置# 2 からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので (ステップ5)、光ノード装置# 1 は、自己から2 ホップ先の光ノード装置# 3 に対して試験用光パスを設定する (ステップ6、ステップ2)。図23では、光ノード装置# 1 は試験用光パス設定要求 (PATH) を光ノード装置# 2 を経由して光ノード装置# 3 に送出する。光ノード装置# 3 は、試験用光パス設定要求 (PATH) を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置# 1 に対して試験用光パス設定完了通知 (RESV) を光ノード装置# 2 を経由して送出する。これにより光ノード装置# 1 と# 3 との間に試験用光パスが設定される。

【0143】

続いて、光ノード装置# 1 は、設定された試験用光パスに対して試験用光信号 (LIGHT) を送出し (ステップ3)、光ノード装置# 3 からの試験用光信号劣化状況報告 (RESULT) を受信する (ステップ4)。光ノード装置# 3 からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので (ステップ5)、光ノード装置# 1 は、自己から3 ホップ先の光ノード装置# 4 に対して試験用光パスを設定する (ステップ6、ステップ2)。図23では、光ノード装置# 1 は試験用光パス設定要求 (PATH) を光ノード装置# 2 および# 3 を経由して光ノード装置# 4 に送出する。光ノード装置# 4 は、試験用光パス設定要求 (PATH) を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置# 1 に対して試験用光パス設定完了通知 (RESV) を光ノード装置# 3 および# 2 を経由して送出する。これにより光ノード装置# 1 と# 4 との間に試験用光パスが設定される。

【0144】

続いて、光ノード装置# 1 は、設定された試験用光パスに対して試験用光信号 (LIGHT) を送出し (ステップ3)、光ノード装置# 4 からの試験用光信号劣化状況報告 (RESULT) を受信する (ステップ4)。光ノード装置# 4 からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので (ステップ5)、光ノード装置# 1 は、自己から4 ホップ先の光ノード装置# 5 に対して試験

用光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図23では、光ノード装置#1は試験用光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2、#3、#4を経由して光ノード装置#5に送出する。光ノード装置#5は、試験用光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して試験用光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#5との間に試験用光パスが設定される。

【0145】

続いて、光ノード装置#1は、設定された試験用光パスに対して試験用光信号（LIGHT）を送出し（ステップ3）、光ノード装置#5からの試験用光信号劣化状況報告（RESULT）を受信する（ステップ4）。光ノード装置#5からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から5ホップ先の光ノード装置#6に対して試験用光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図23では、光ノード装置#1は試験用光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2、#3、#4、#5を経由して光ノード装置#6に送出する。光ノード装置#6は、試験用光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して試験用光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#5、#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#6との間に試験用光パスが設定される。

【0146】

続いて、光ノード装置#1は、設定された試験用光パスに対して試験用光信号（LIGHT）を送出し（ステップ3）、光ノード装置#6からの試験用光信号劣化状況報告（RESULT）を受信する（ステップ4）。光ノード装置#6からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されたので（ステップ5）、自己から4ホップ先の光ノード装置#5までが3R区間と認識する（ステップ7）。

【0147】

このようにして、第八実施例では、試験用光パスを設定して3R区間を認識す

ることができる。図 23 の例では、各光ノード装置 # 1 ~ # 7 の全てにそれぞれ 3 R 区間情報収集部を 30 を備えたが、例えば、一つおきに備えるといった構成とすることもできる。また、本実施例では説明をわかりやすくするために、3 R 中継が不必要であると予想される光ノード装置 # 2 あるいは # 3 に対しても試験用光信号を送出したが、これらの光ノード装置 # 2、# 3 に対しては、試験用光信号送出手順を省くこともできる。あるいは、3 R 中継の必要があると予想される光ノード装置 # 5、# 6 に対してのみ、試験用光信号を送出してもよい。

【0148】

また、3 R 区間情報収集部 30 は、このようにして認識された 3 R 中継を実施する光ノード装置の情報を保持する。さらに、3 R 区間情報収集部 30 は、このようにして認識された 3 R 中継を実施する光ノード装置の情報を他光ノード装置に広告する構成とし、また、他光ノード装置からの前記広告を受信して自己が認識した前記 3 R 中継を実施する光ノード装置の情報と共に当該広告に含まれる前記 3 R 中継を実施する光ノード装置の情報を保持する構成とすることもできる。これにより、各光ノード装置が同一の 3 R 区間情報を保持することができる。

【0149】

あるいは、3 R 区間情報収集部 30 は、図 1 に示したような網制御装置 10 に対し、自己が認識した 3 R 中継を実施する光ノード装置の情報を通知することにより、網制御装置 10 は、光ネットワーク全体の 3 R 区間情報を保持することができる。そして、各光ノード装置が光パス設定に先立って、必要に応じて、網制御装置 10 に自己が必要とする 3 R 区間の情報の提供を要求して取得することにより、各光ノード装置の保持する 3 R 区間情報量を減らすことができる。

【0150】

このような網制御装置 10 は、光ネットワークを構成する光ノード装置からの 3 R 中継を実施する光ノード装置の情報を受け取り、これまで保持している 3 R 区間の情報を更新する機能と、光ノード装置からの要求に応じて保持している 3 R 区間の情報の一部または全部を当該光ノード装置に提供する機能とを備えたデータベースを備える。

【0151】

ここまでの第八実施例の説明は、単方向光パスまたは双方向光パスの下り光パスを想定した場合の説明である。続いて、上り光パスを想定した場合について図 25 および図 26 を参照して説明する。第八実施例の光ノード装置は、自己が発ノードであるときに 3 R 区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次試験用上り光パスを設定する 3 R 区間情報収集部 30 を備え、この試験用上り光パスが設定された光ノード装置の 3 R 区間情報収集部 30 は、当該試験用上り光パスに対して試験用光信号を送出する手段を備え、さらに、自己が発ノードである光ノード装置の 3 R 区間情報収集部 30 は、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備え、前記試験用光信号の送出元の光ノード装置の 3 R 区間情報収集部 30 は、この通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識する手段を備え、自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると共に前 3 R 区間の 3 R 着ノードであることを認識した光ノード装置の 3 R 区間情報収集部 30 は、3 R 区間情報測定対象となる被測定リンクに含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次試験用上り光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備えたことを特徴とする。実際には、各光ノード装置に 3 R 区間情報収集部 30 を備えており、自己の 3 R 区間情報収集の必要に応じて上記の各手段の機能を発動させる。

【0152】

次に、第八実施例の光ノード装置の動作を説明する。図 26 に示す 3 R 区間情報収集手順は、3 R 区間情報収集部 30 により実行される。ここでは、光ノード装置 #1 が上り光パスにおける 3 R 着ノードとなったと想定した場合の 3 R 区間情報を収集する過程を例にとって説明する。図 25 に示すように、光ノード装置 #1 の 3 R 区間情報収集部 30 では、自己から 1 ホップ先の光ノード装置 #2 に対して試験用光パスを設定する（ステップ 1、ステップ 2）。図 25 では、光ノード装置 #1 は試験用光パス設定要求（PATH）を光ノード装置 #2 に送出す

る。光ノード装置#2は、試験用光パス設定要求(PATH)を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して試験用光パス設定完了通知(RESV)を送出する。これにより光ノード装置#1と#2との間に試験用光パスが設定される。

【0153】

続いて、光ノード装置#1は、設定された試験用上り光パスからの試験用光信号(LIGHT)を受信し(ステップ3)、光ノード装置#2からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果(RESULT)を光ノード装置#2に報告する(ステップ4)。光ノード装置#2からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので(ステップ5)、光ノード装置#1は、自己から2ホップ先の光ノード装置#3に対して試験用光パスを設定する(ステップ6、ステップ2)。図25では、光ノード装置#1は試験用光パス設定要求(PATH)を光ノード装置#2を経由して光ノード装置#3に送出する。光ノード装置#3は、試験用光パス設定要求(PATH)を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して試験用光パス設定完了通知(RESV)を光ノード装置#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#3との間に試験用光パスが設定される。

【0154】

続いて、光ノード装置#1は、設定された試験用上り光パスからの試験用光信号(LIGHT)を受信し(ステップ3)、光ノード装置#3からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果(RESULT)を光ノード装置#3に報告する(ステップ4)。光ノード装置#3からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので(ステップ5)、光ノード装置#1は、自己から3ホップ先の光ノード装置#4に対して試験用光パスを設定する(ステップ6、ステップ2)。図25では、光ノード装置#1は試験用光パス設定要求(PATH)を光ノード装置#2および#3を経由して光ノード装置#4に送出する。光ノード装置#4は、試験用光パス設定要求(PATH)を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して試験用光パス設定完了通知(RESV)を光ノード装置#3および#2を経由して送出する。これによ

り光ノード装置#1と#4との間に試験用光パスが設定される。

【0155】

続いて、光ノード装置#1は、設定された試験用上り光パスからの試験用光信号(LIGHT)を受信し(ステップ3)、光ノード装置#4からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果(RESULT)を光ノード装置#4に報告する(ステップ4)。光ノード装置#4からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので(ステップ5)、光ノード装置#1は、自己から4ホップ先の光ノード装置#5に対して試験用光パスを設定する(ステップ6、ステップ2)。図25では、光ノード装置#1は試験用光パス設定要求(PATH)を光ノード装置#2、#3、#4を経由して光ノード装置#5に送出する。光ノード装置#5は、試験用光パス設定要求(PATH)を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して試験用光パス設定完了通知(RESV)を光ノード装置#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#5との間に試験用光パスが設定される。

【0156】

続いて、光ノード装置#1は、設定された試験用上り光パスからの試験用光信号(LIGHT)を受信し(ステップ3)、光ノード装置#5からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果(RESULT)を光ノード装置#5に報告する(ステップ4)。光ノード装置#5からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので(ステップ5)、光ノード装置#1は、自己から5ホップ先の光ノード装置#6に対して試験用光パスを設定する(ステップ6、ステップ2)。図25では、光ノード装置#1は試験用光パス設定要求(PATH)を光ノード装置#2、#3、#4、#5を経由して光ノード装置#6に送出する。光ノード装置#6は、試験用光パス設定要求(PATH)を受けとると、当該試験用光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して試験用光パス設定完了通知(RESV)を光ノード装置#5、#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#6との間に試験用光パスが設定される。

。

【0157】

続いて、光ノード装置# 1は、設定された試験用上り光パスからの試験用信号（LIGHT）を受信し（ステップ3）、光ノード装置# 6からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果（RESULT）を光ノード装置# 6に報告する（ステップ4）。光ノード装置# 6からの試験用光信号には、劣化が検出されたので（ステップ5）、自己から4ホップ先の光ノード装置# 5までが3R区間と認識する（ステップ7）。

【0158】

なお、図25の例では、光ノード装置# 1が上り光パスから到着する光ノード装置# 2～# 5の試験用光信号を受信した際に、劣化が検出されていない場合でも報告（RESULT）を行っているが、この報告は単に試験用光信号の受信確認としての役割しか持っていないので、この報告手順を省略してもよい。

【0159】

このようにして、第八実施例では、試験用光パスを設定して3R区間を認識することができる。図25の例では、各光ノード装置# 1～# 7の全てにそれぞれ3R区間情報収集部30を備えたが、例えば、一つおきに備えるといった構成とすることもできる。また、本実施例では説明をわかりやすくするために、3R中継が不必要であると予想される光ノード装置# 2あるいは# 3に対しても試験用光信号を送出したが、これらの光ノード装置# 2、# 3に対しては、試験用光信号送出の手順を省くこともできる。あるいは、3R中継の必要があると予想される光ノード装置# 5、# 6に対してのみ、試験用光信号を送出してもよい。

【0160】

また、3R区間情報収集部30は、このようにして認識された3R中継を実施する光ノード装置の情報を保持する。さらに、3R区間情報収集部30は、このようにして認識された3R中継を実施する光ノード装置の情報を他光ノード装置に広告する構成とし、また、他光ノード装置からの前記広告を受信して自己が認識した前記3R中継を実施する光ノード装置の情報と共に当該広告に含まれる前記3R中継を実施する光ノード装置の情報を保持する構成とすることもできる。これにより、各光ノード装置が同一の3R区間情報を保持することができる。

【0161】

あるいは、3R 区間情報収集部 30 は、図 1 に示したような網制御装置 10 に対し、自己が認識した 3R 中継を実施する光ノード装置の情報を通知することにより、網制御装置 10 は、光ネットワーク全体の 3R 区間情報を保持することができる。そして、各光ノード装置が光パス設定に先立って、必要に応じて、網制御装置 10 に自己が必要とする 3R 区間の情報の提供を要求して取得することにより、各光ノード装置の保持する 3R 区間情報量を減らすことができる。

【0162】

このような網制御装置 10 は、光ネットワークを構成する光ノード装置からの 3R 中継を実施する光ノード装置の情報を受け取り、これまで保持している 3R 区間の情報を更新する機能と、光ノード装置からの要求に応じて保持している 3R 区間の情報の一部または全部を当該光ノード装置に提供する機能とを備えたデータベースを備える。

【0163】

(第九実施例)

第九実施例の光ノード装置を図 27 ないし図 30 を参照して説明する。図 27 および図 29 は第九実施例の光ノード装置における 3R 区間情報収集の概念を示す図である。図 28 および図 30 は第九実施例の光ノード装置のブロック構成図である。

【0164】

第九実施例の光ノード装置は、図 28 に示すように、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 Q を保持する Q 値保持部 34 と、自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値 P を伝達する P 値送出部 32 と、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 P あるいは既に当該初期値 P から減算が行われた被減算値 P' を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは $(P' - Q)$ を演算する Q 値減算部 35 と、この Q 値減算部 35 の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己が当該被減算値の初期値 P を送出した光ノード装置を 3R 発ノードとした場合の 3R 着ノードであると認識する比較部 36 とを

備え、P 値送出部 32 は、自己が 3R 着ノードであると認識し、当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を 3R 発ノードとして被減算値の初期値 P を次ホップの隣接光ノード装置に伝達することを特徴とする。

【0165】

次に、第九実施例の光ノード装置の動作を説明する。Q 値生成部 33 は、自己に接続されたリンクの光信号劣化度合いをパラメータテーブル 40 および劣化度合テーブル 50 を参照した結果に基づき Q 値を生成する。Q 値は、劣化度合いに比例して定められた定数であり、リンク毎に設けられる。また、Q 値は初期値 P に対して設定される。例えば、自光ノード装置における光信号の劣化度合いを光信号強度と光ノイズとで考えた場合に、3R 発ノードから送出された光信号を半分の強度に減衰させ、また、3R 発ノードから送出された光信号の誤り率を 2 倍に増加させるような場合には、初期値 P が 100 であれば Q 値は 50 に設定される。

【0166】

この Q 値は光ノード装置を経由する毎に減算され、減算結果が閾値以下になった光ノード装置では、自己が 3R 着ノードであることがわかる。このようにして、初期値 P を送出した光ノード装置を 3R 発ノードとしたときに、自己が 3R 着ノードであることを認識し、この認識結果を 3R 区間情報として保持する。あるいは、この認識結果を保持すると共に他光ノード装置あるいは網制御装置に広告することにより、各光ノード装置が同一の 3R 区間情報を共有することができる。

【0167】

さらに、自己が 3R 着ノードであると認識し、自己が被測定光パスの着ノードでないときには、自己が 3R 発ノードであるとして、新たに初期値 P を送出する。

【0168】

このようにして、発ノードから着ノードまでの 3R 区間情報を収集することができる。また、この 3R 区間情報収集は、光パス設定過程において実施することができる。すなわち、光パス設定要求中に初期値 P を搭載しておけば、光パス設

定要求を受け取った各光ノード装置において、自己が3R着ノードであるか否かを判定しながら光パス設定手順を実行することができる。

【0169】

ここまでの第九実施例の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスの下り光パスを想定した説明であるが、続いて、双方向光パスの上り光パスを想定した場合を図29および図30を参照して説明する。

【0170】

第九実施例の光ノード装置は、図30に示すように、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 q を保持する q 値保持部134と、自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値 p を伝達する p 値送出部132と、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 p あるいは既に当該初期値 p に加算が行われた被減算値 p' を受け取った場合には、 $(p+q)$ あるいは $(p'+q)$ を演算する q 値加算部135と、この q 値加算部135の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の場合には自己が当該被加算値の初期値 p を送出した光ノード装置を上り光パスにおける3R着ノードとした場合の3R発ノードであると認識する比較部136とを備え、 p 値送出部132は、自己が3上り光パスにおける3R発ノードであると認識し、当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を上り光パスにおける3R着ノードとして被加算値の初期値 p を次ホップの隣接光ノード装置に伝達することを特徴とする。

【0171】

次に、第九実施例の光ノード装置の動作を説明する。 q 値生成部133は、自己に接続されたリンクの光信号劣化度合いをパラメータテーブル40および劣化度合テーブル50を参照した結果に基づき q 値を生成する。 q 値は、劣化度合いに比例して定められた定数であり、リンク毎に設けられる。また、 q 値は前述した下り光パスの場合の Q 値と同様に設定される。

【0172】

この q 値は光ノード装置を経由する毎に加算され、加算結果が閾値以上になっ

た光ノード装置では、自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであることがわかる。このようにして、初期値 p を送出した光ノード装置を上り光パスにおける 3 R 着ノードとしたときに、自己が 3 R 発ノードであることを認識し、この認識結果を 3 R 区間情報として保持する。あるいは、この認識結果を保持すると共に他光ノード装置あるいは網制御装置に広告することにより、各光ノード装置が同一の 3 R 区間情報を共有することができる。

【0173】

さらに、自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであると認識し、自己が被測定光パスの着ノードでないときには、自己が上り光パスにおける 3 R 着ノードであるとして、新たに初期値 p を送出する。

【0174】

なお、p 値は、第九実施例では、“0”とするが、p 値は諸条件を考慮して設定することができる。例えば、3 R 区間の最大長の範囲内で、生成する 3 R 区間の長さを p 値によって加減することができる。すなわち、閾値が固定であれば、p 値を負の整数とすれば、p 値を“0”と設定した場合よりも加算できる数値が大きくなるので、3 R 区間を長めに生成することができる。その反対に、p 値を正の整数とすれば、p 値を“0”と設定した場合よりも加算できる数値が小さくなるので 3 R 区間を短めに生成することができる。

【0175】

このようにして、発ノードから着ノードまでの 3 R 区間情報を収集することができる。また、この 3 R 区間情報収集は、光パス設定過程において実施することができる。すなわち、光パス設定要求中に初期値 p を搭載しておけば、光パス設定要求を受け取った各光ノード装置において、自己が上り光パスにおける 3 R 発ノードであるか否かを判定しながら光パス設定手順を実行することができる。

【0176】

なお、第一～第九実施例では、説明をわかりやすくするために、下り光パスを想定した場合の説明と、上り光パスを想定した場合の説明とを分けて行ったが、実際には、これらを同時に行うことにより、上り下り双方向の光パスについて同時に 3 R 区間情報を生成することができる。

【0177】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、必要最小数あるいは必要最小能力の3R中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図り、経済的な光ネットワークを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

3R発ノード、3R着ノード、3R区間の表記を説明するための図。

【図2】

3R区間の性質を説明するための図。

【図3】

第一実施例の網制御装置と光ネットワークとの関係を示す図。

【図4】

第一実施例の網制御装置のブロック構成図。

【図5】

第一実施例の保守者装置のブロック構成図。

【図6】

第二実施例の網制御装置のブロック構成図。

【図7】

第二実施例の網制御装置からの指示に基づき実測を行う光ノード装置を説明するための図。

【図8】

本実施例の実測部のブロック構成図。

【図9】

第二実施例の網制御装置のブロック構成図。

【図10】

第二実施例の網制御装置からの指示に基づき実測を行う光ノード装置を説明するための図。

【図11】

第三実施例の網制御装置の要部ブロック構成図。

【図 12】

第三および第四実施例の網制御装置におけるトラヒック需要情報収集を説明するための図。

【図 13】

第四実施例の網制御装置の要部ブロック構成図。

【図 14】

第五実施例の光ノード装置の要部ブロック構成および動作を説明するための図。

【図 15】

第五実施例の光ノード装置の要部ブロック構成および動作を説明するための図。

【図 16】

第六実施例の出力側に光スイッチ部を備えた光ノード装置のブロック構成図。

【図 17】

第六実施例の入力側に光スイッチ部を備えた光ノード装置のブロック構成図。

【図 18】

第六実施例のトランク型の 3 R 中継部を備えた光ノード装置のブロック構成図。

【図 19】

第七実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 20】

第七実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集手順を示す図。

【図 21】

第七実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 22】

第七実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集手順を示す図。

【図 23】

第八実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 2 4】

第八実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集手順を示す図。

【図 2 5】

第八実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 2 6】

第八実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集手順を示す図。

【図 2 7】

第九実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 2 8】

第九実施例の光ノード装置のブロック構成図。

【図 2 9】

第九実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 3 0】

第九実施例の光ノード装置のブロック構成図。

【図 3 1】

従来の光ネットワーク構成を示す図。

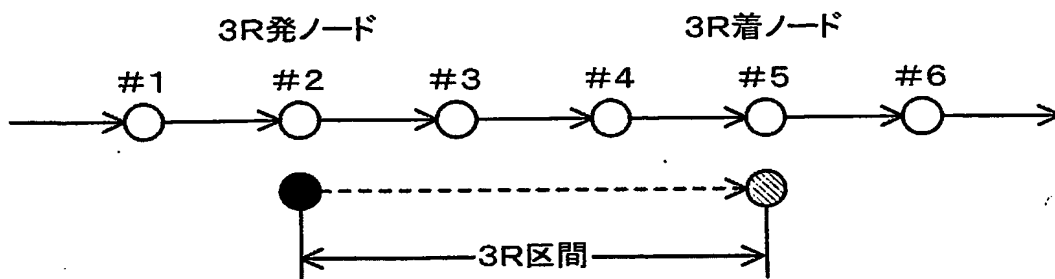
【符号の説明】

- 1～8、# 1～# 6 光ノード装置
- 10 網制御装置
- 11 トポロジ情報保持部
- 12 3 R 区間情報作成部
- 13 3 R 区間情報変更部
- 14 3 R 区間情報通知部
- 15 試験用光パス設定部
- 16 実測データ収集部
- 17 制御系
- 18 実測部
- 19 光パス設定部
- 20、23 3 R 区間情報保持部

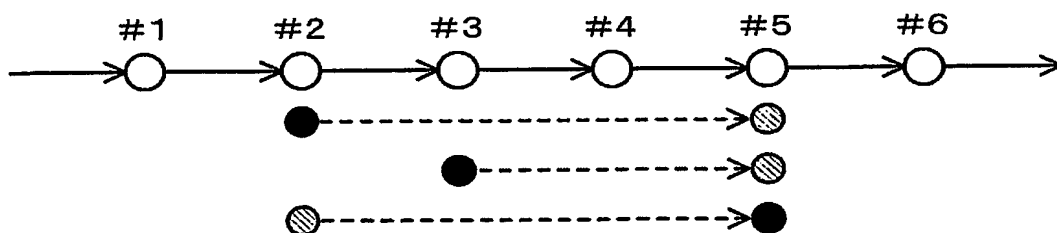
- 2 1 トラヒック需要情報収集部
- 2 2 3 R 区間情報追加要求部
- 2 4 3 R 中継部
- 2 5 光ノイズ観測部
- 2 6 光強度観測部
- 2 7 セレクタ
- 2 8 光スイッチ
- 2 9、3 0 3 R 区間情報収集部
- 3 1 実測データ生成部
- 3 2 P 値送出部
- 3 3 Q 値生成部
- 3 4 Q 値保持部
- 3 5 Q 値減算部
- 3 6、1 3 6 比較部
- 4 0 パラメータテーブル
- 4 5 ホップ数情報生成部
- 5 0 劣化度合テーブル
- 1 3 2 p 値送出部
- 1 3 3 q 値生成部
- 1 3 4 q 値保持部
- 1 3 5 q 値加算部

【書類名】 図面

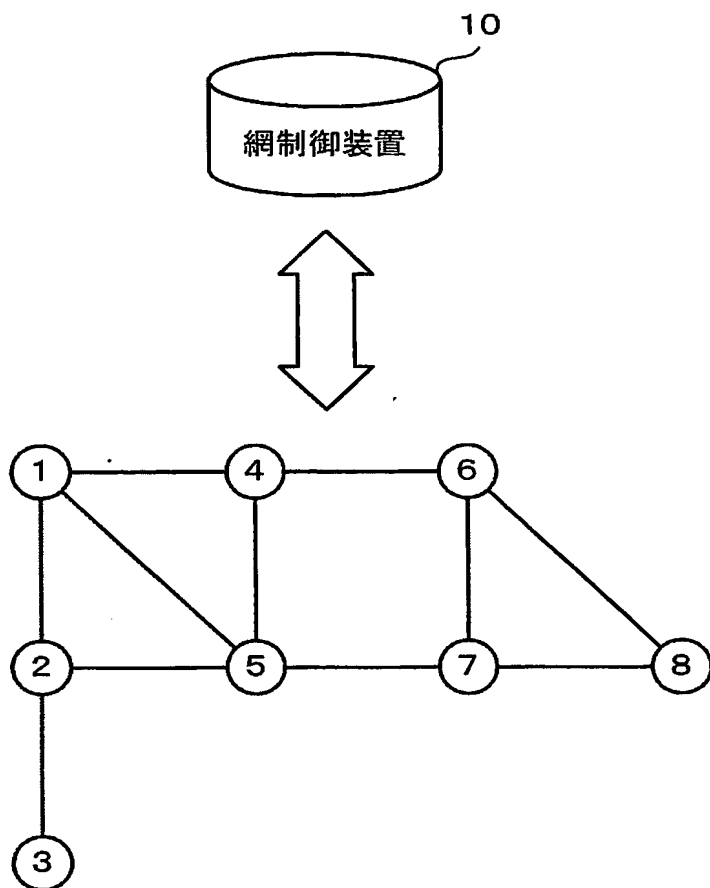
【図 1】



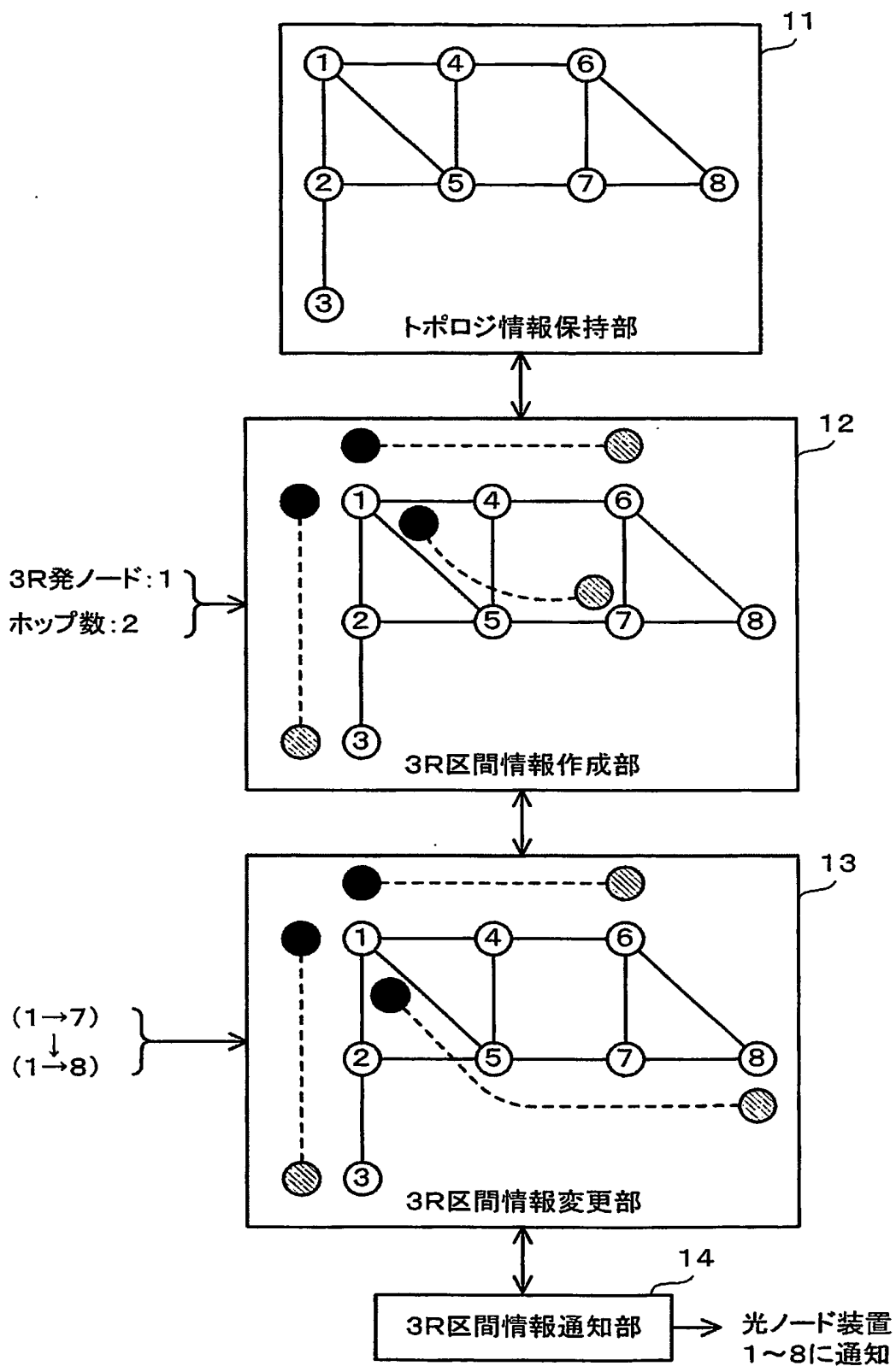
【図 2】



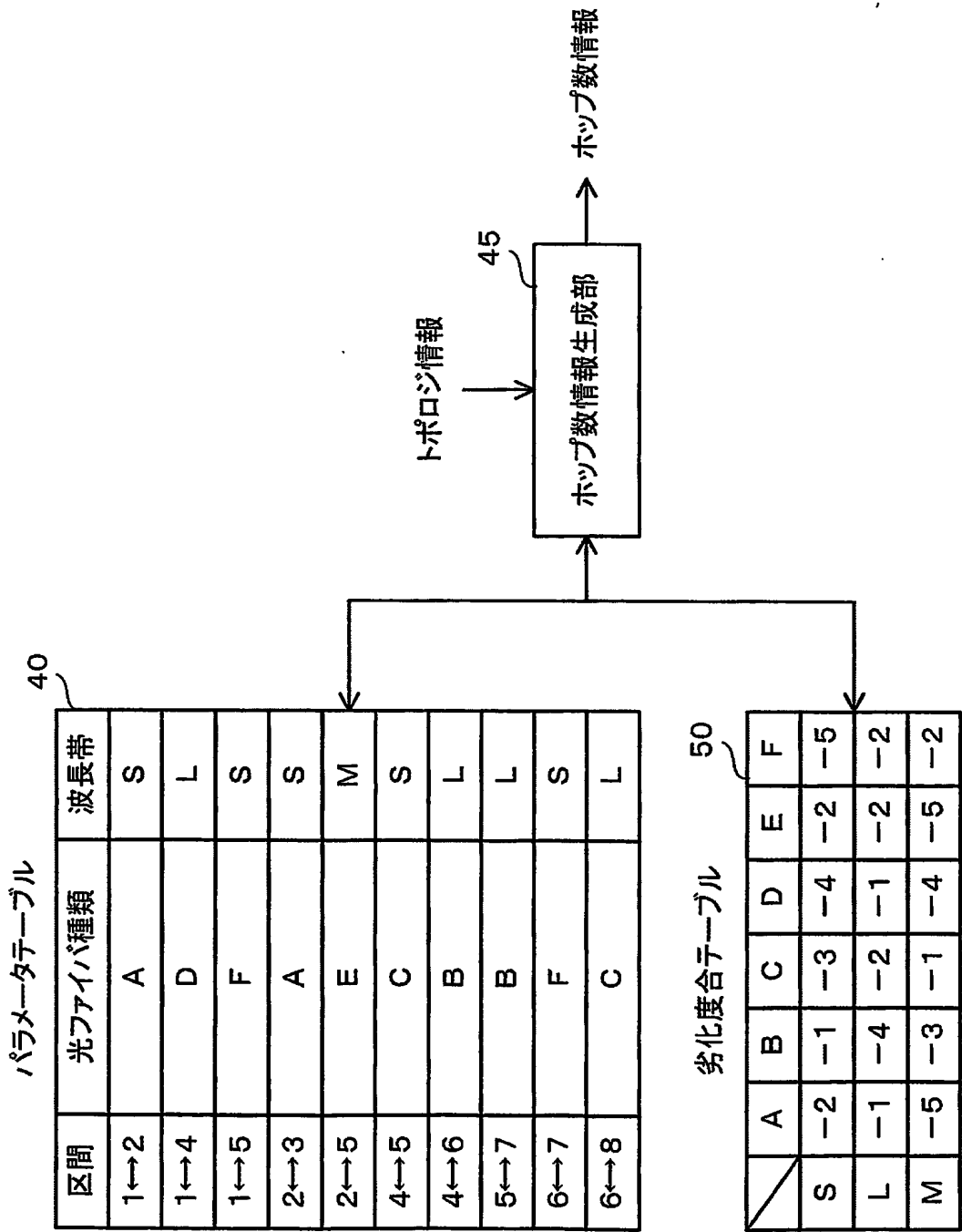
【図 3】



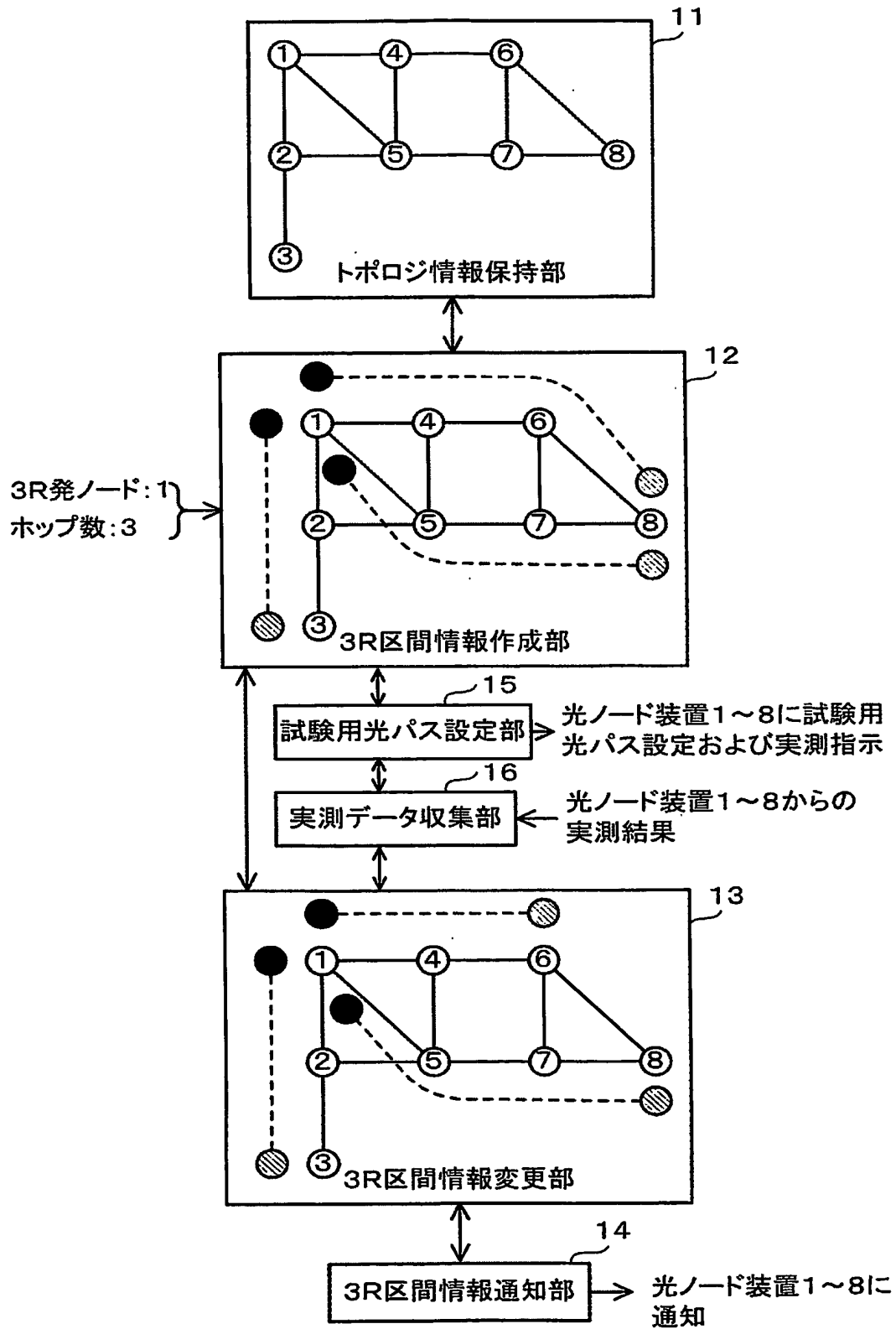
【図 4】



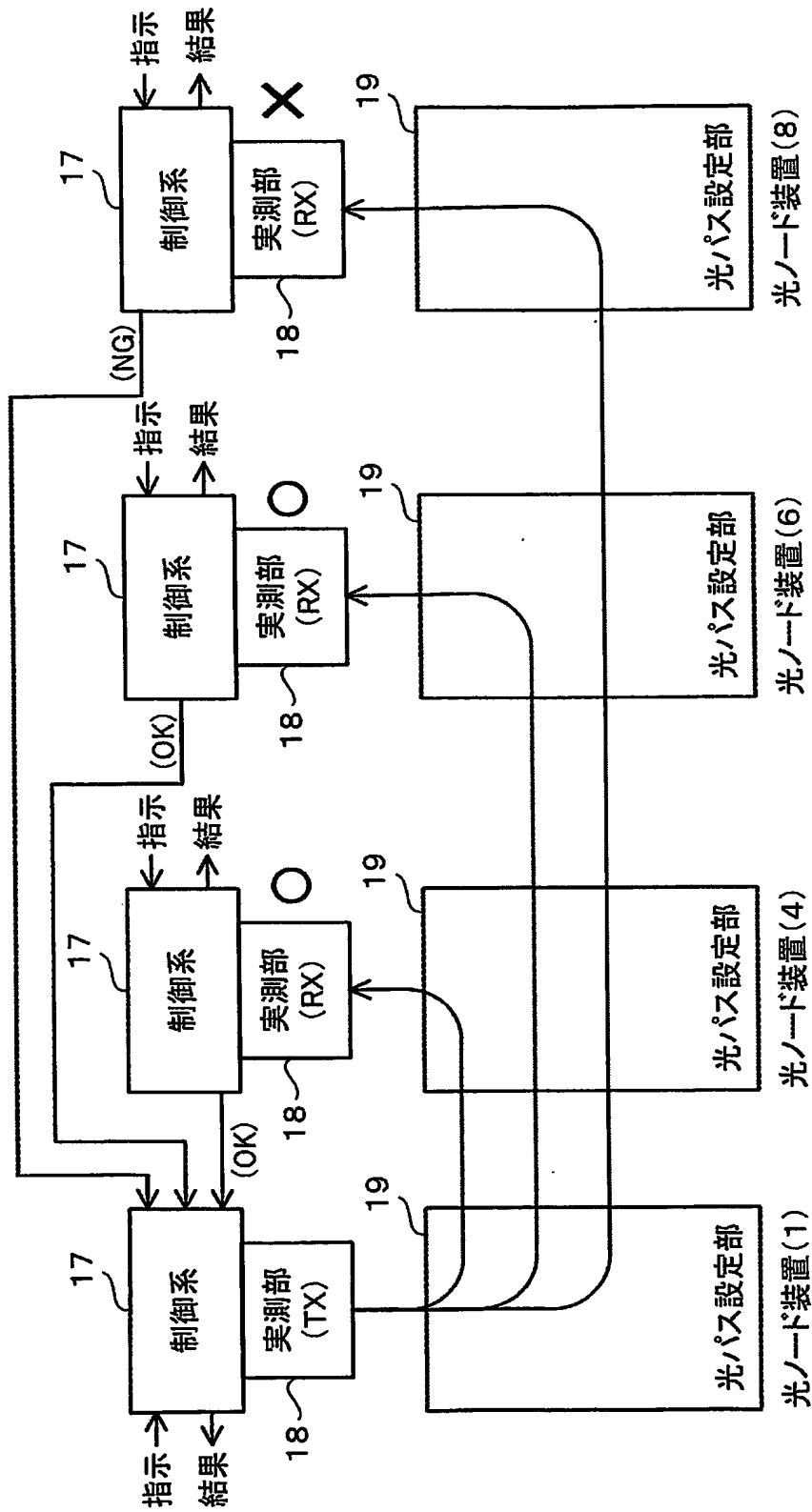
【図5】



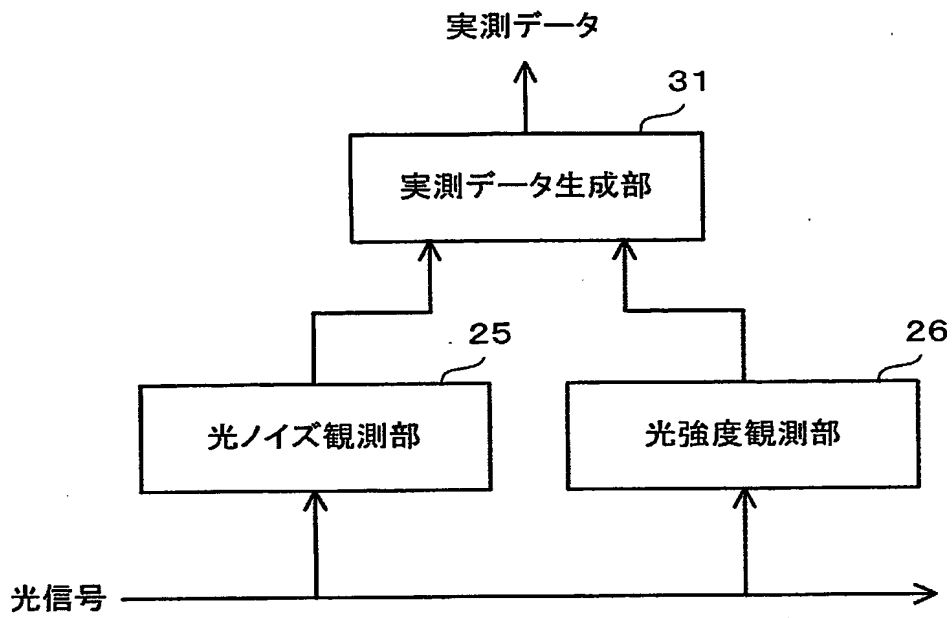
【図 6】



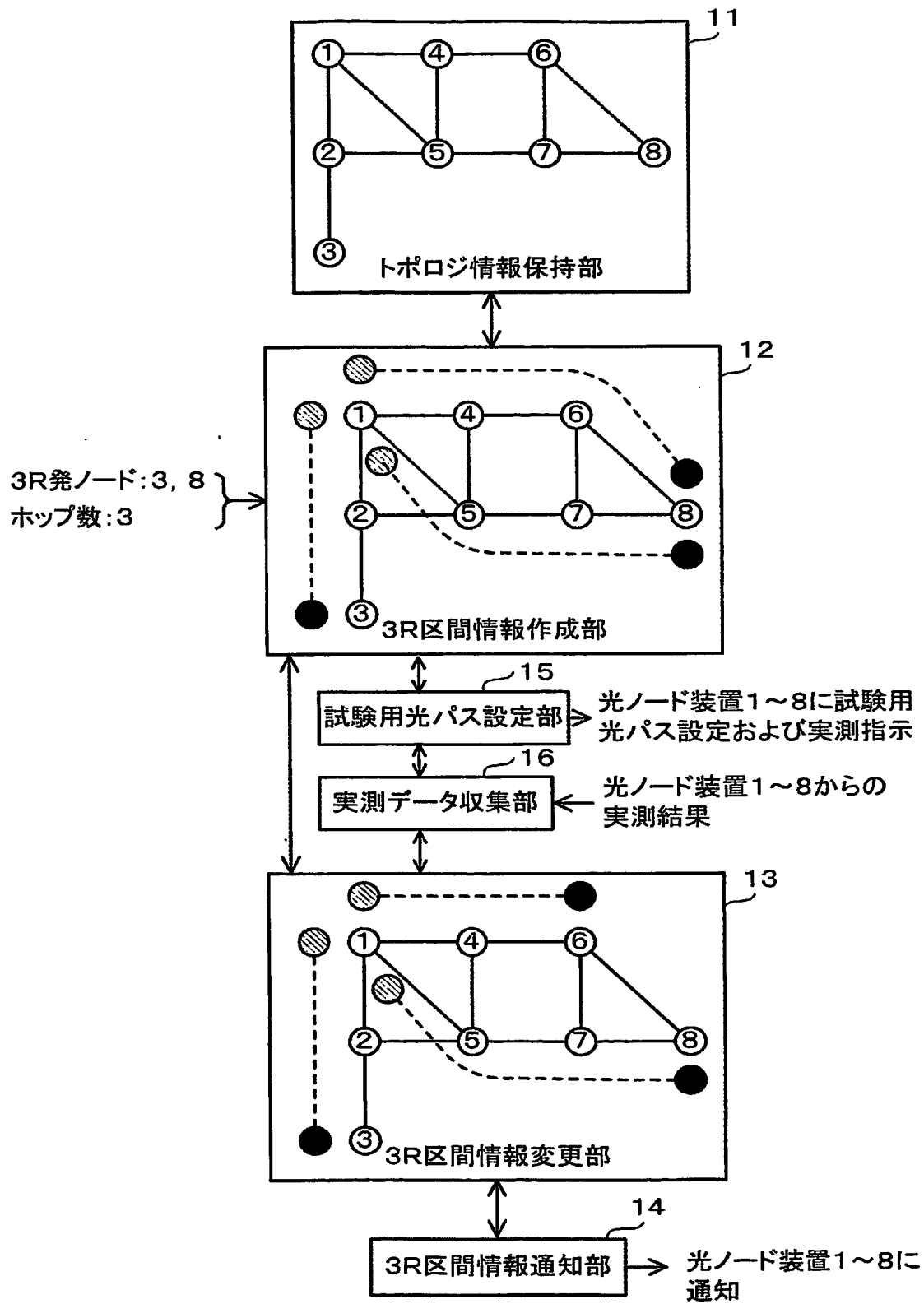
【図7】



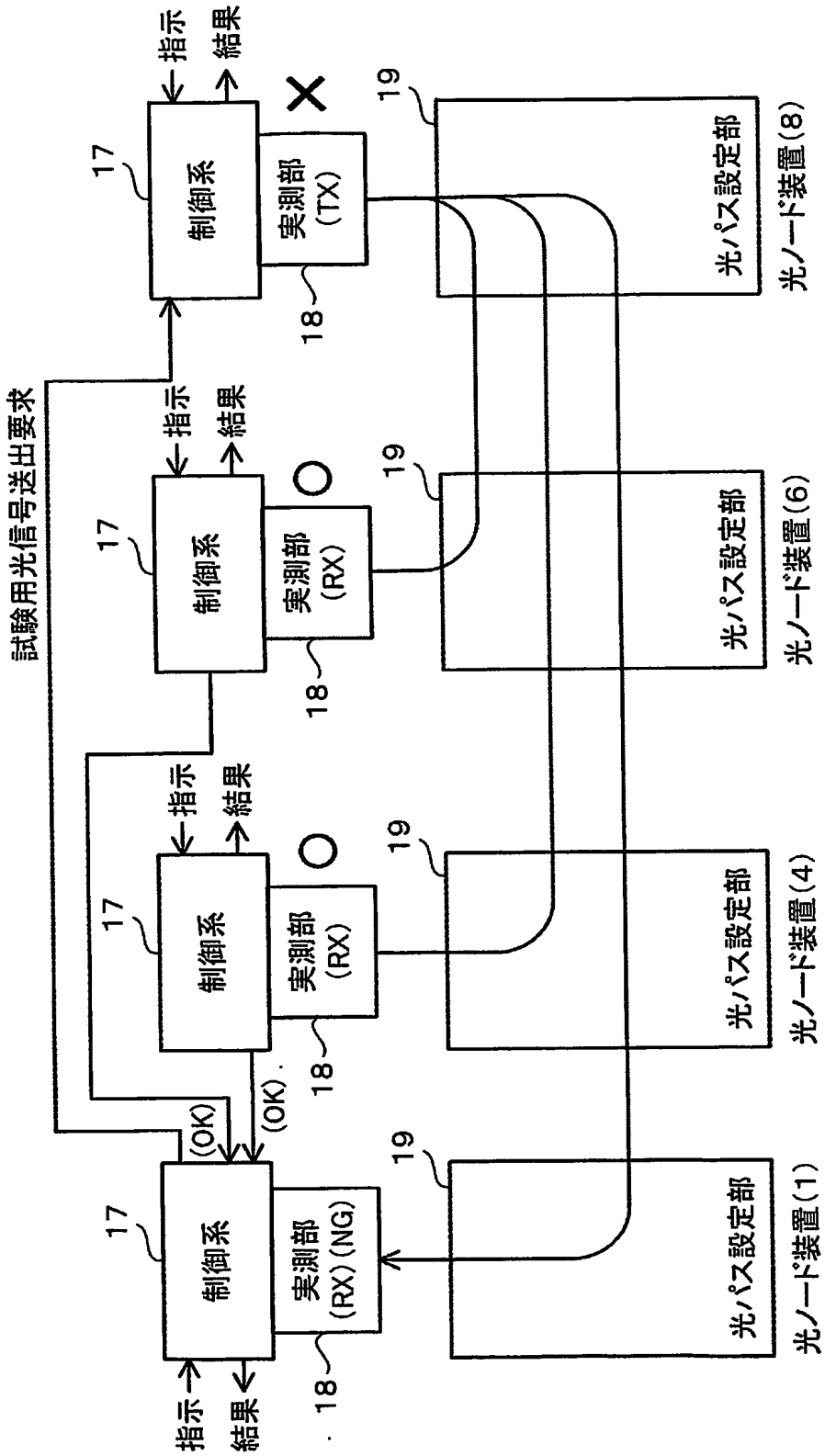
【図 8】



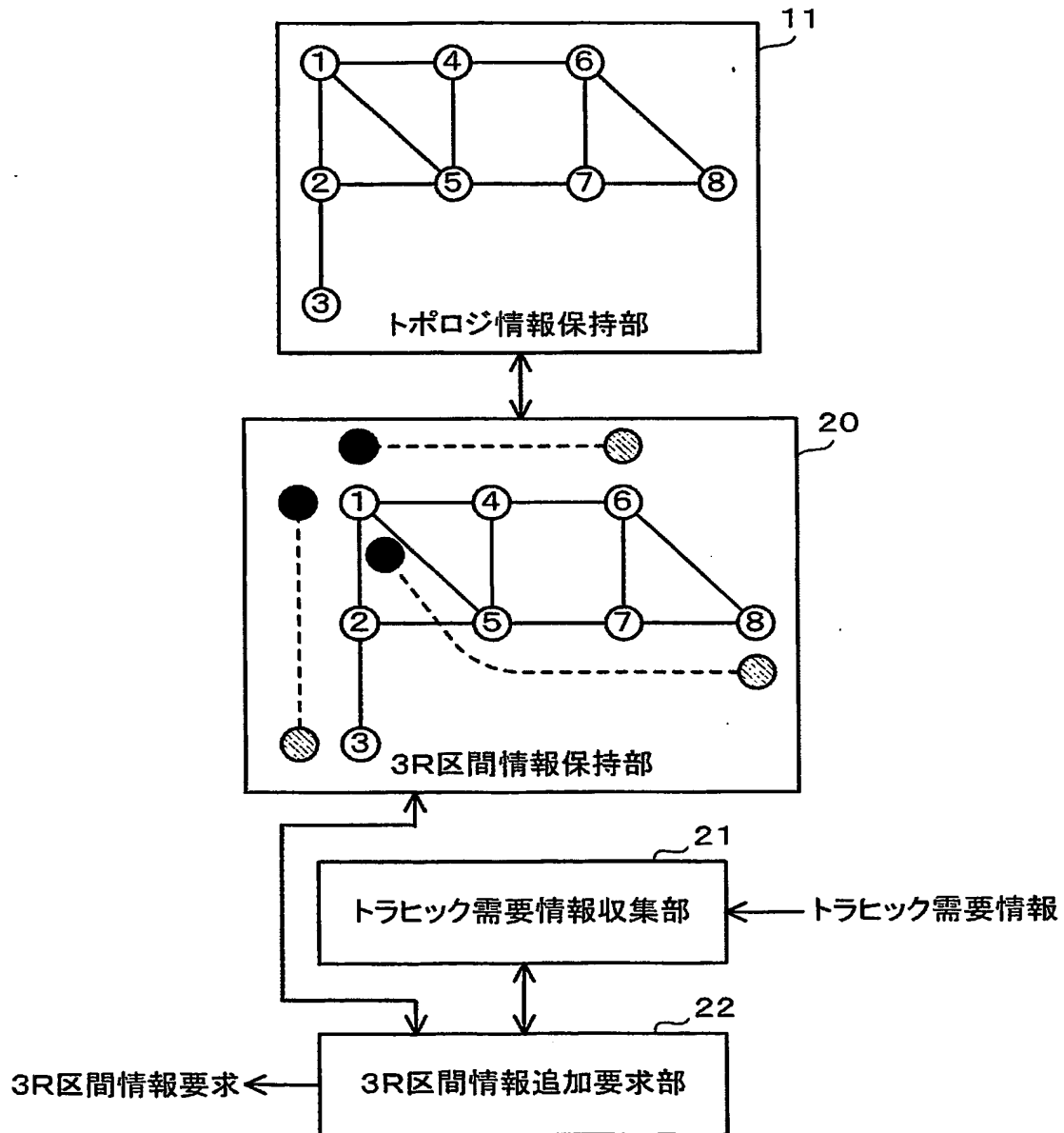
【図 9】



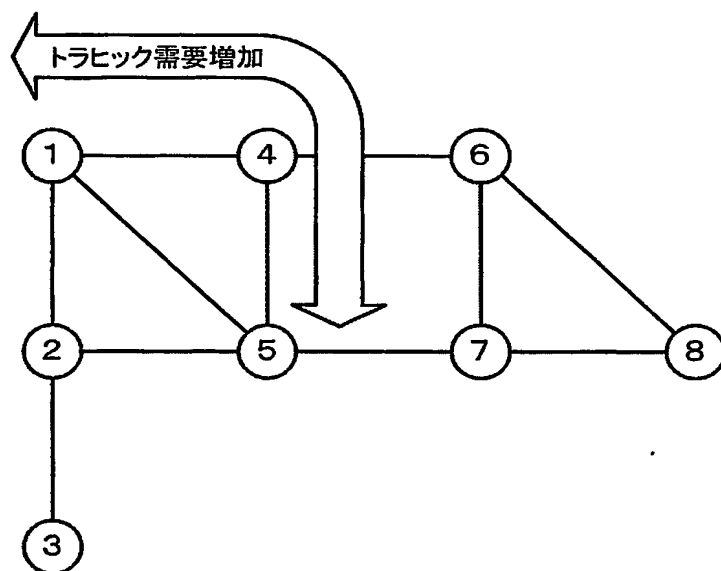
【図10】



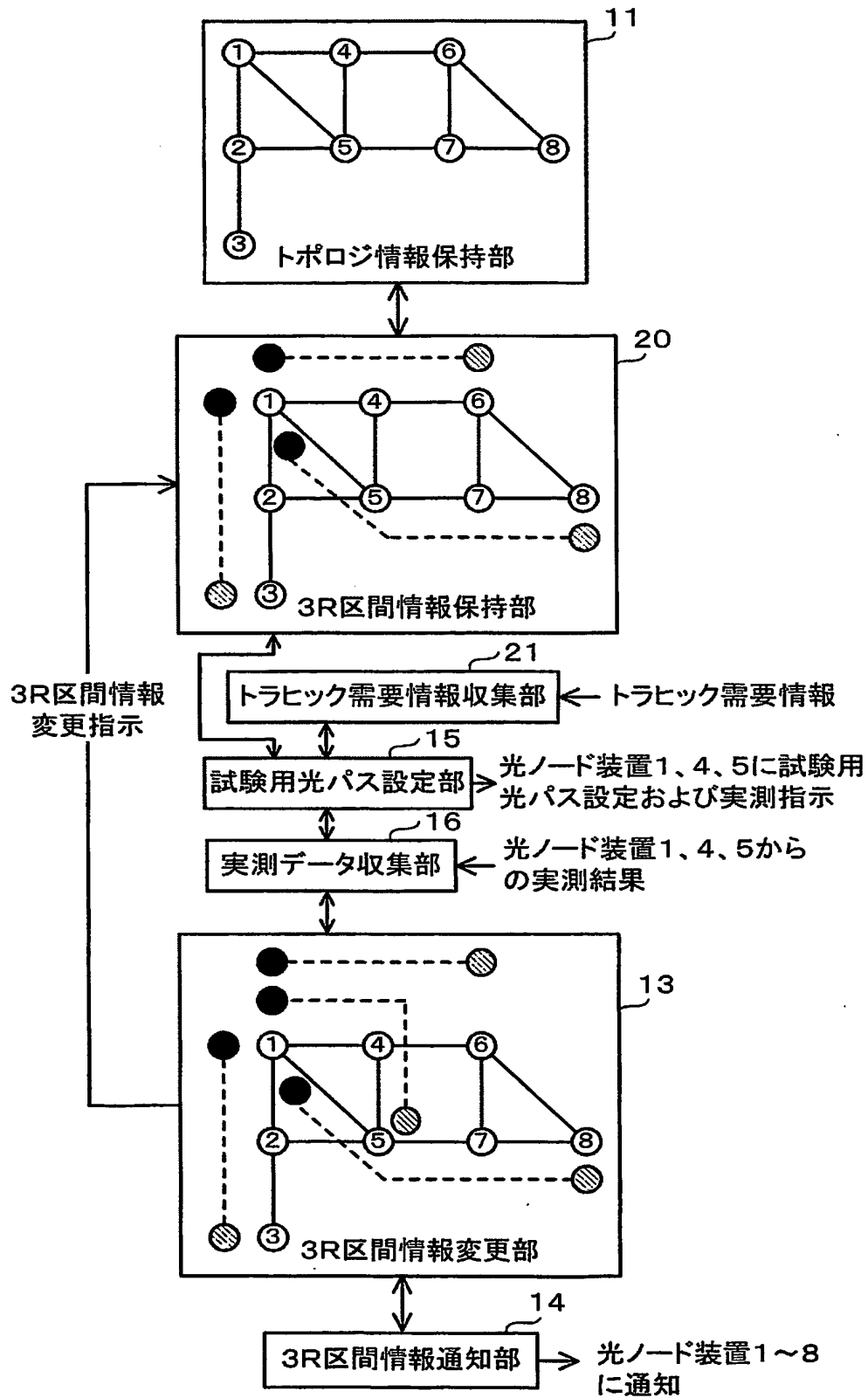
【図 11】



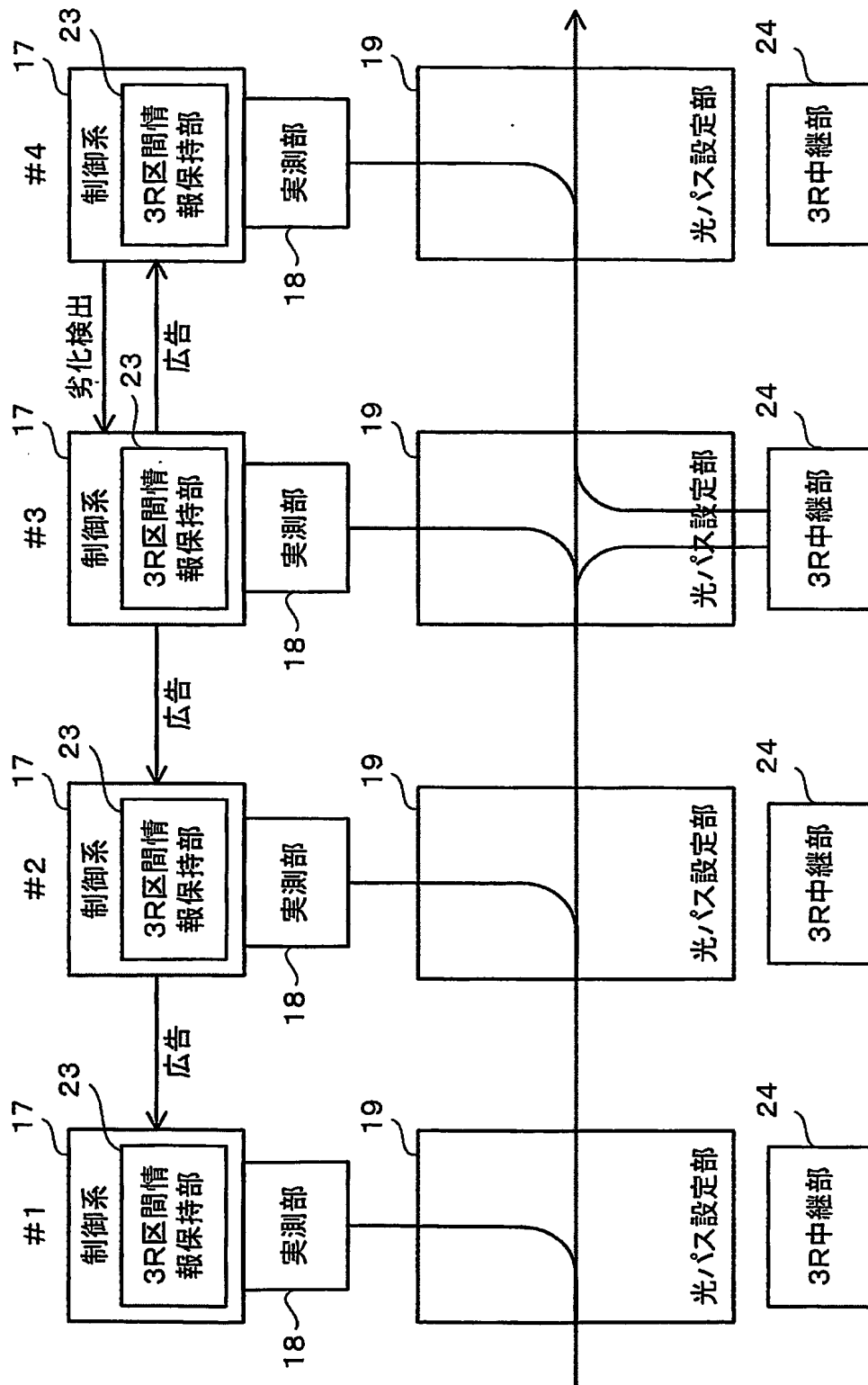
【図 12】



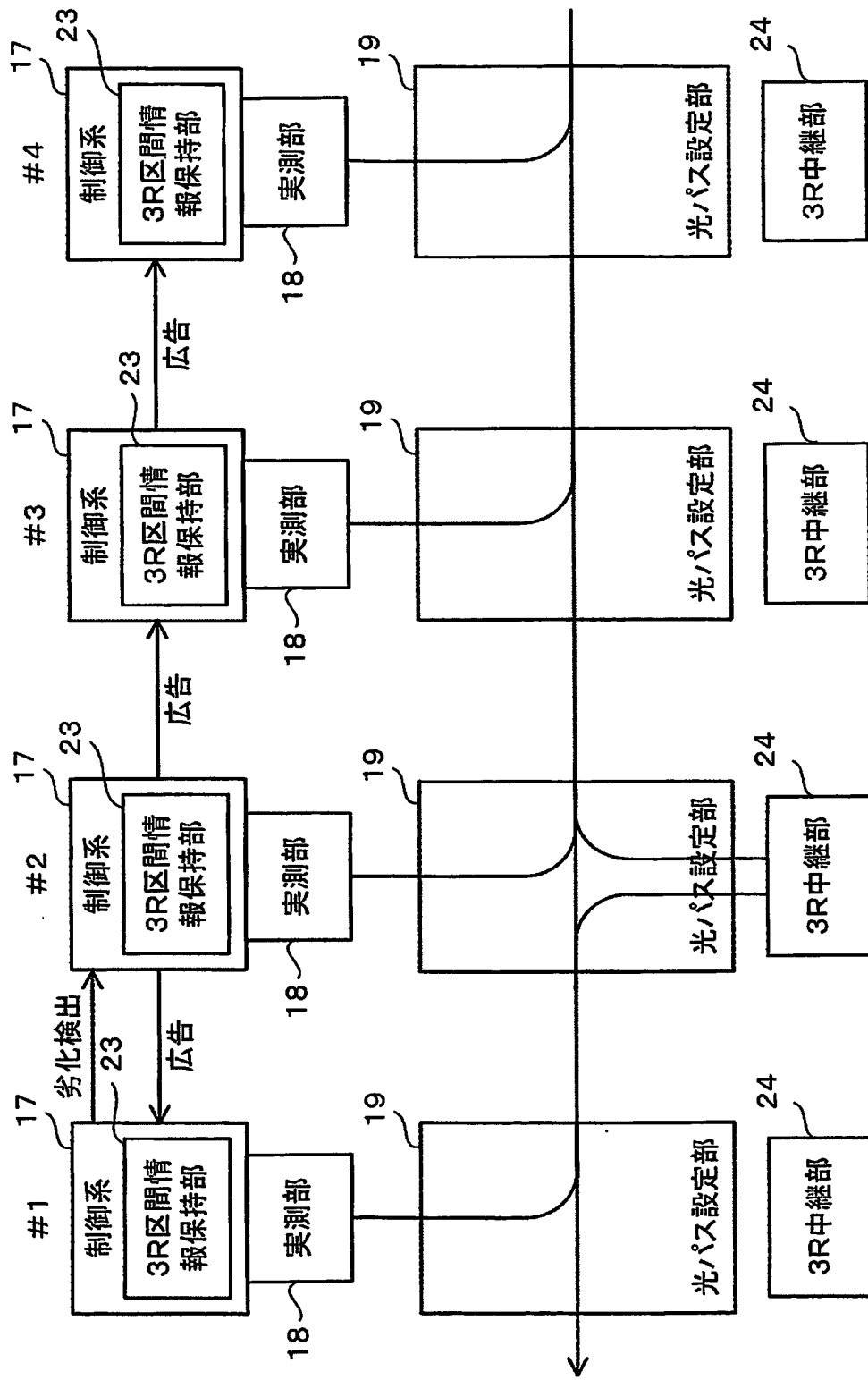
【図 13】



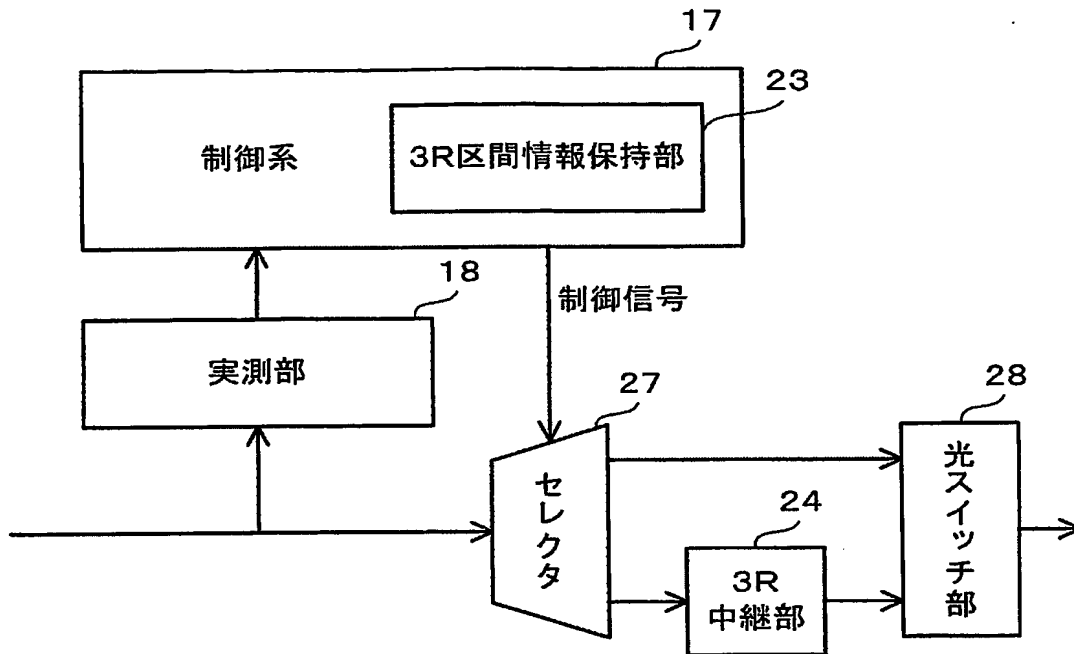
【図 14】



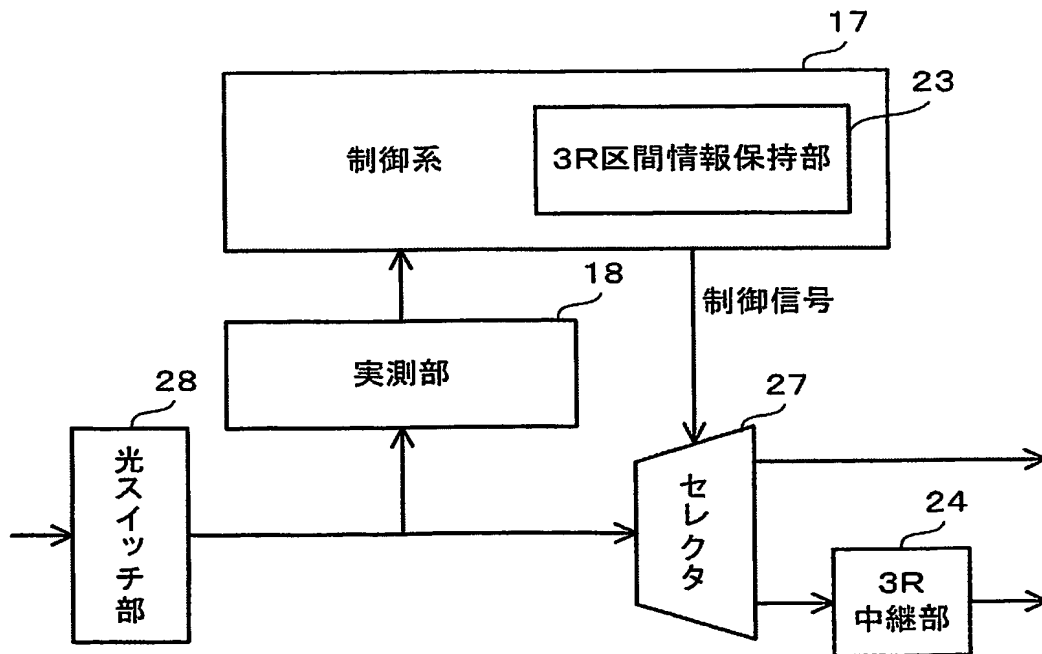
【図15】



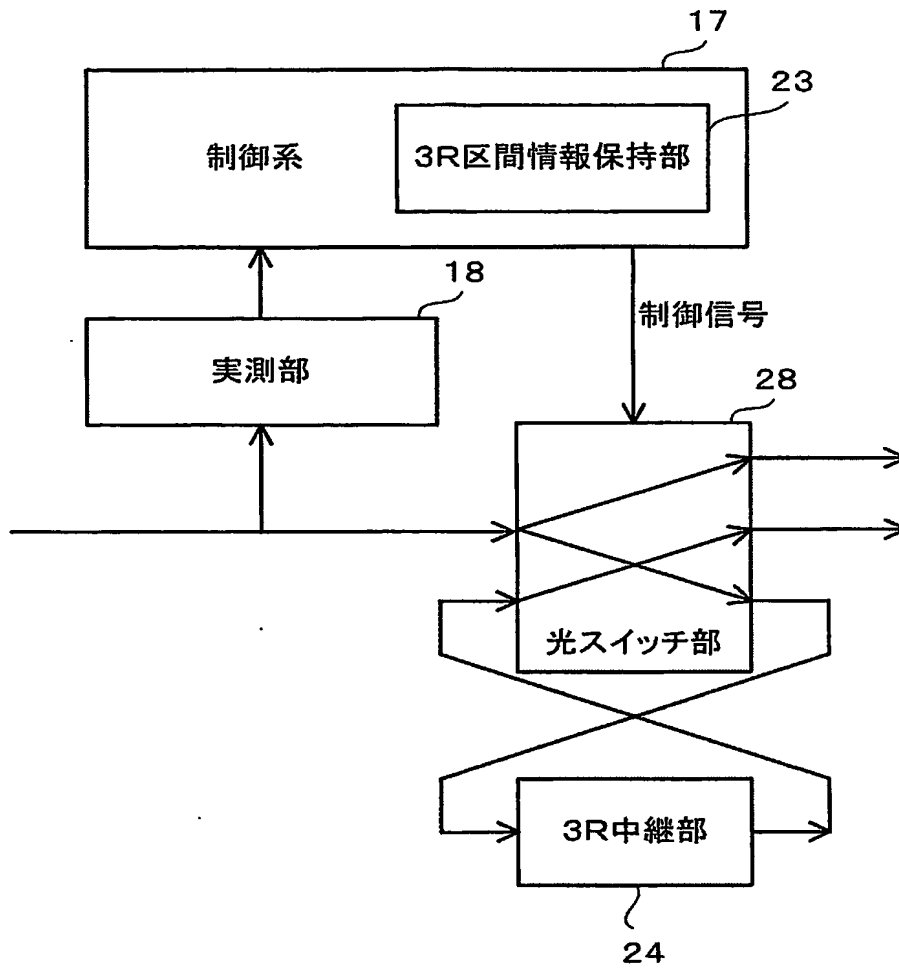
【図 16】



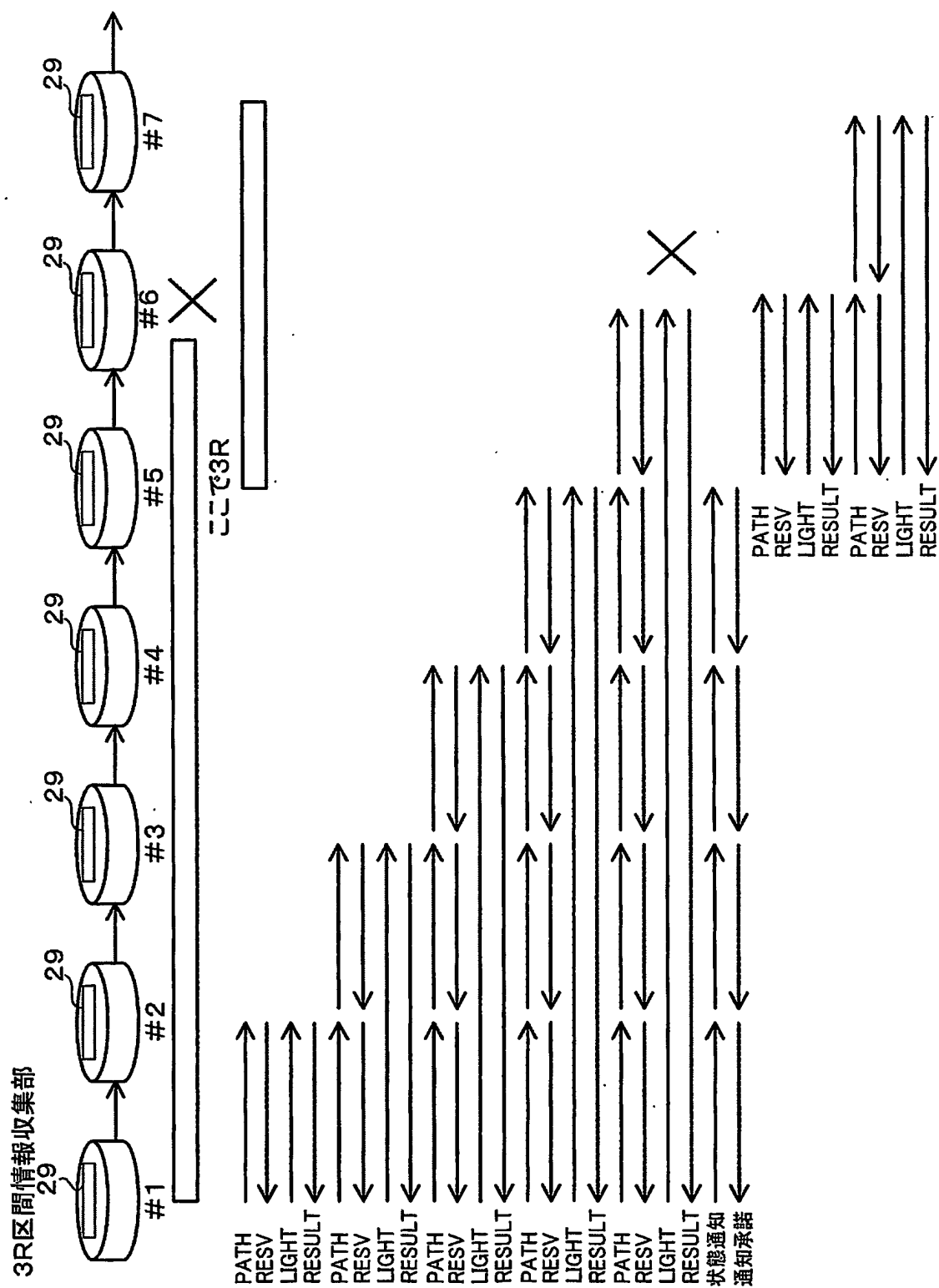
【図 17】



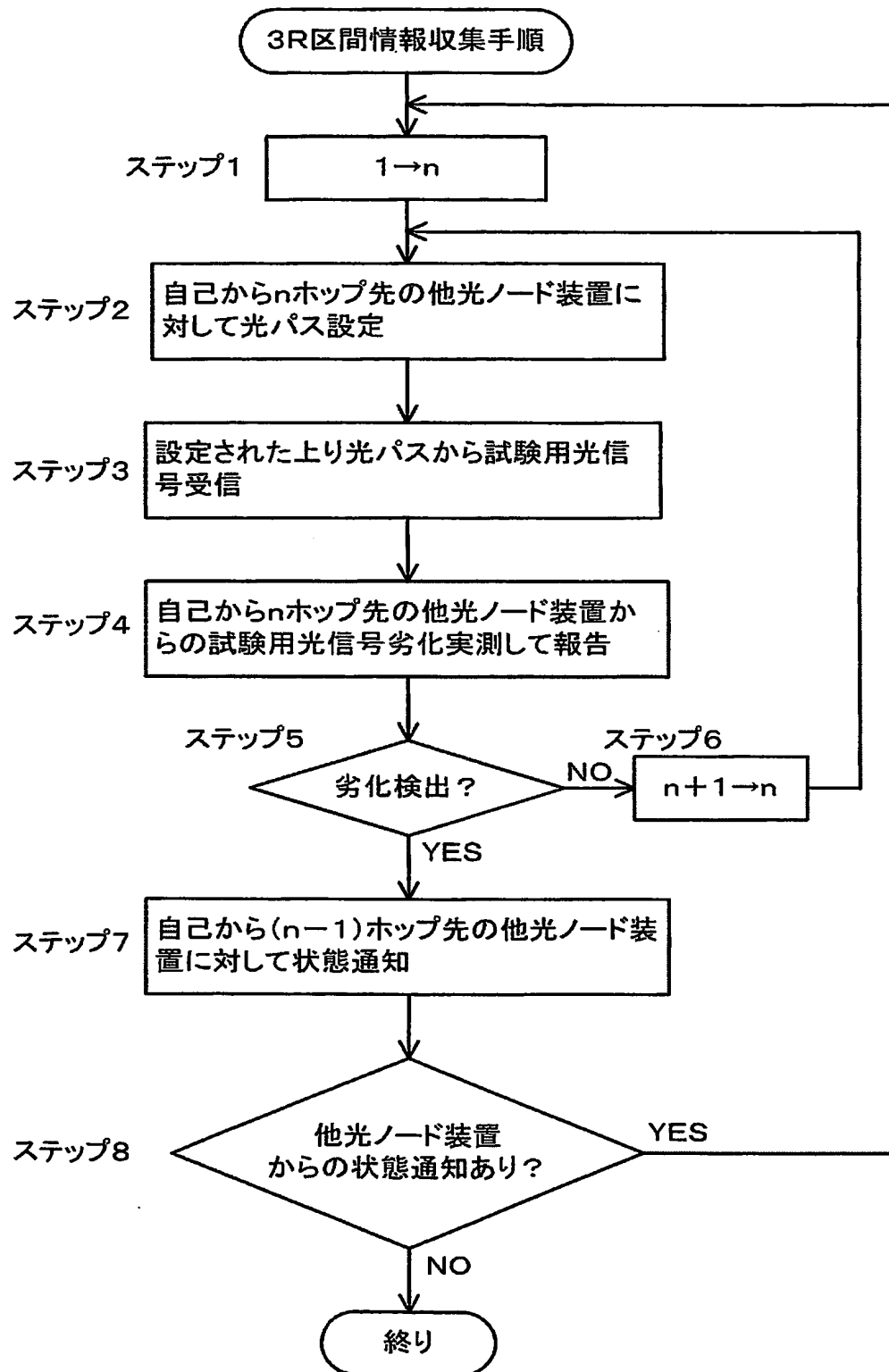
【図 18】



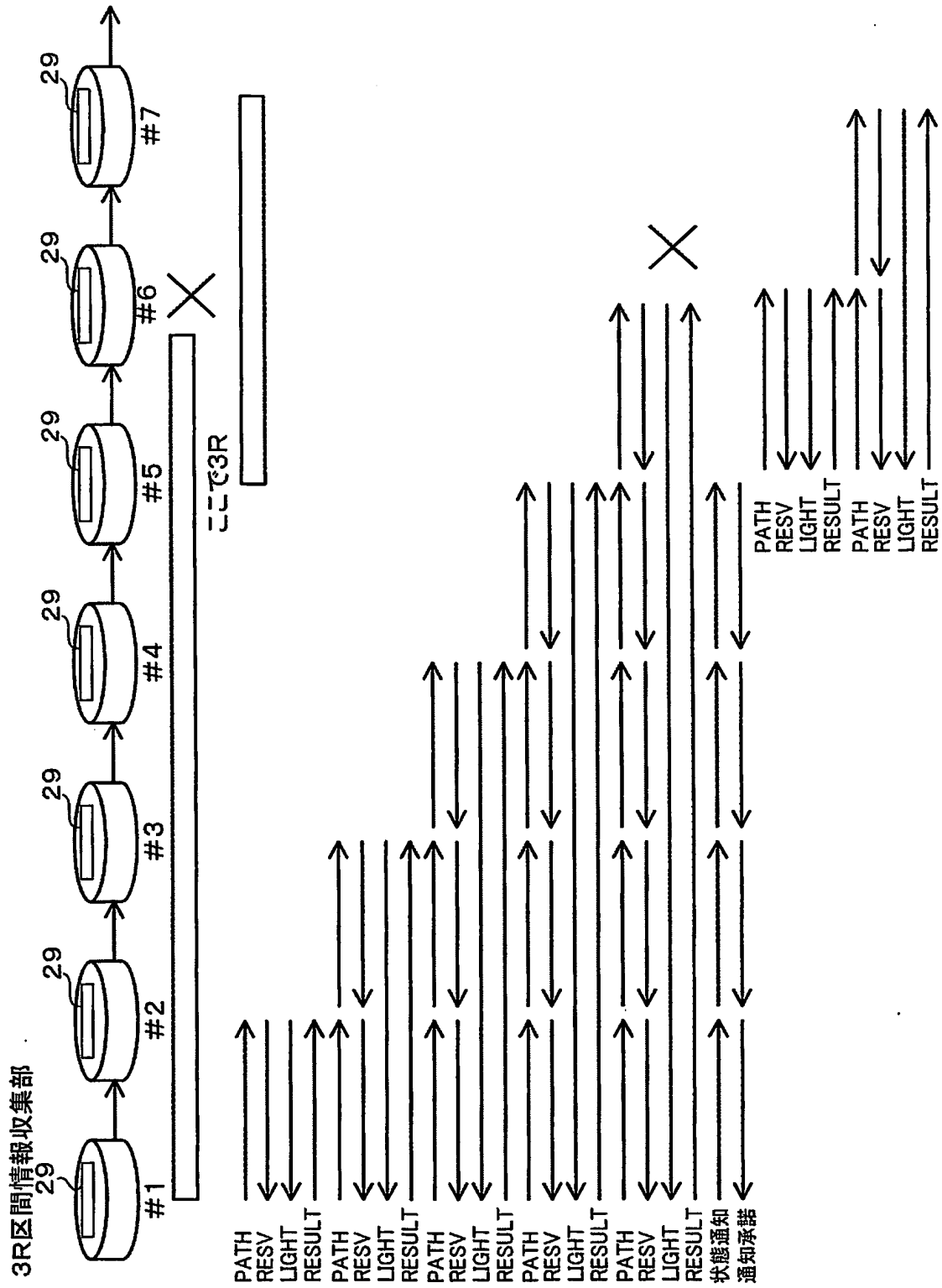
【図 19】



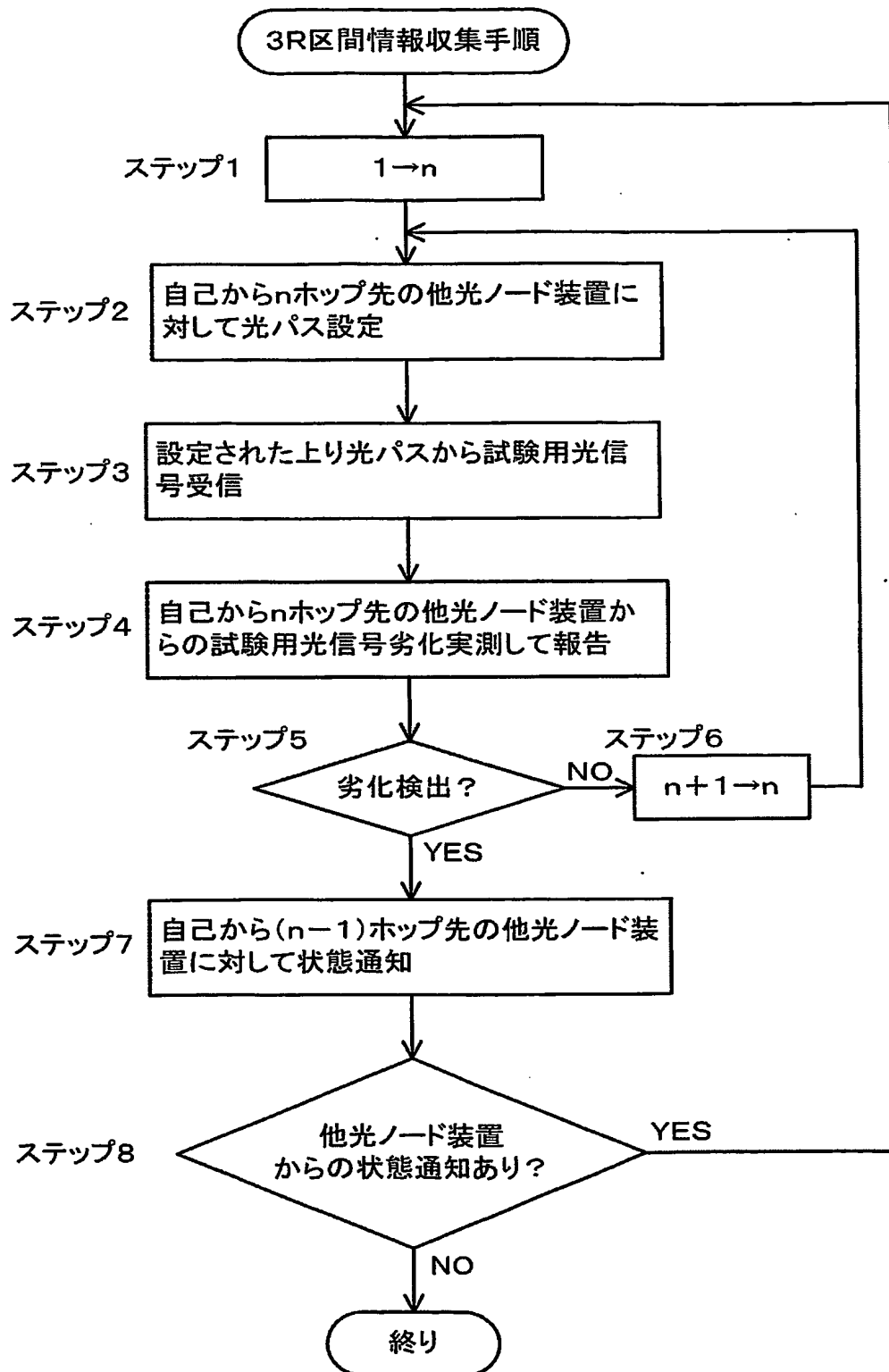
【図 20】



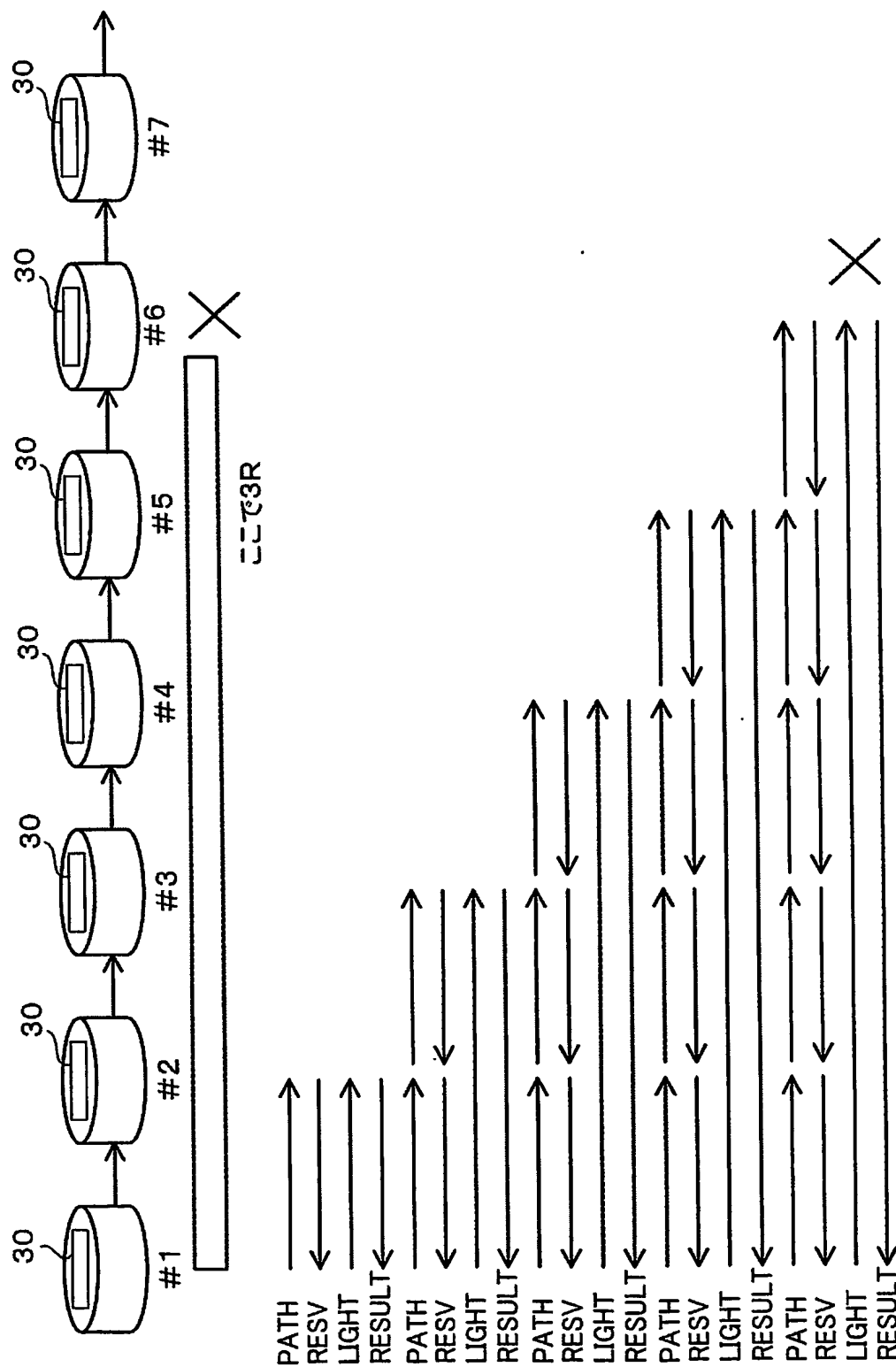
【図 2 1】



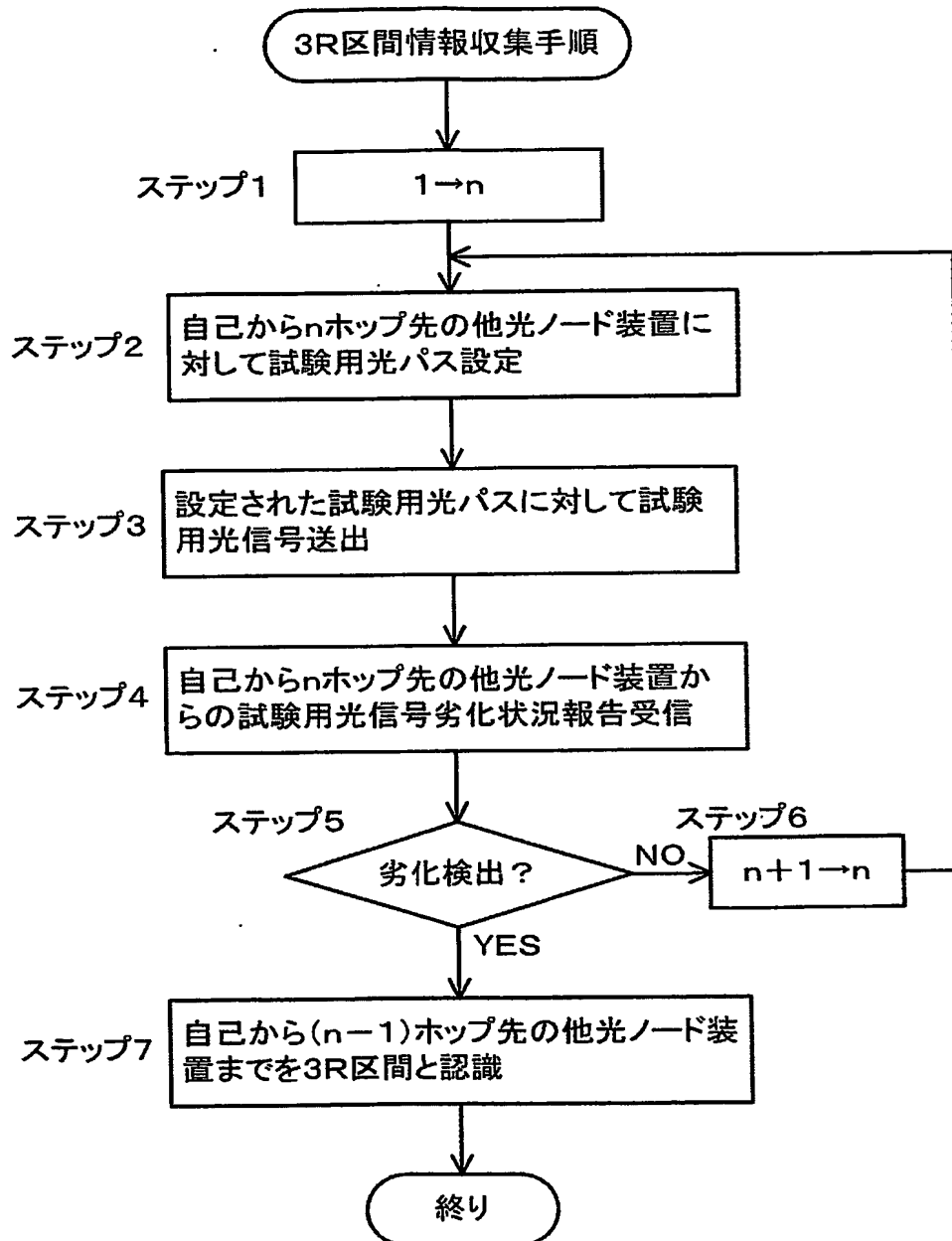
【図 22】



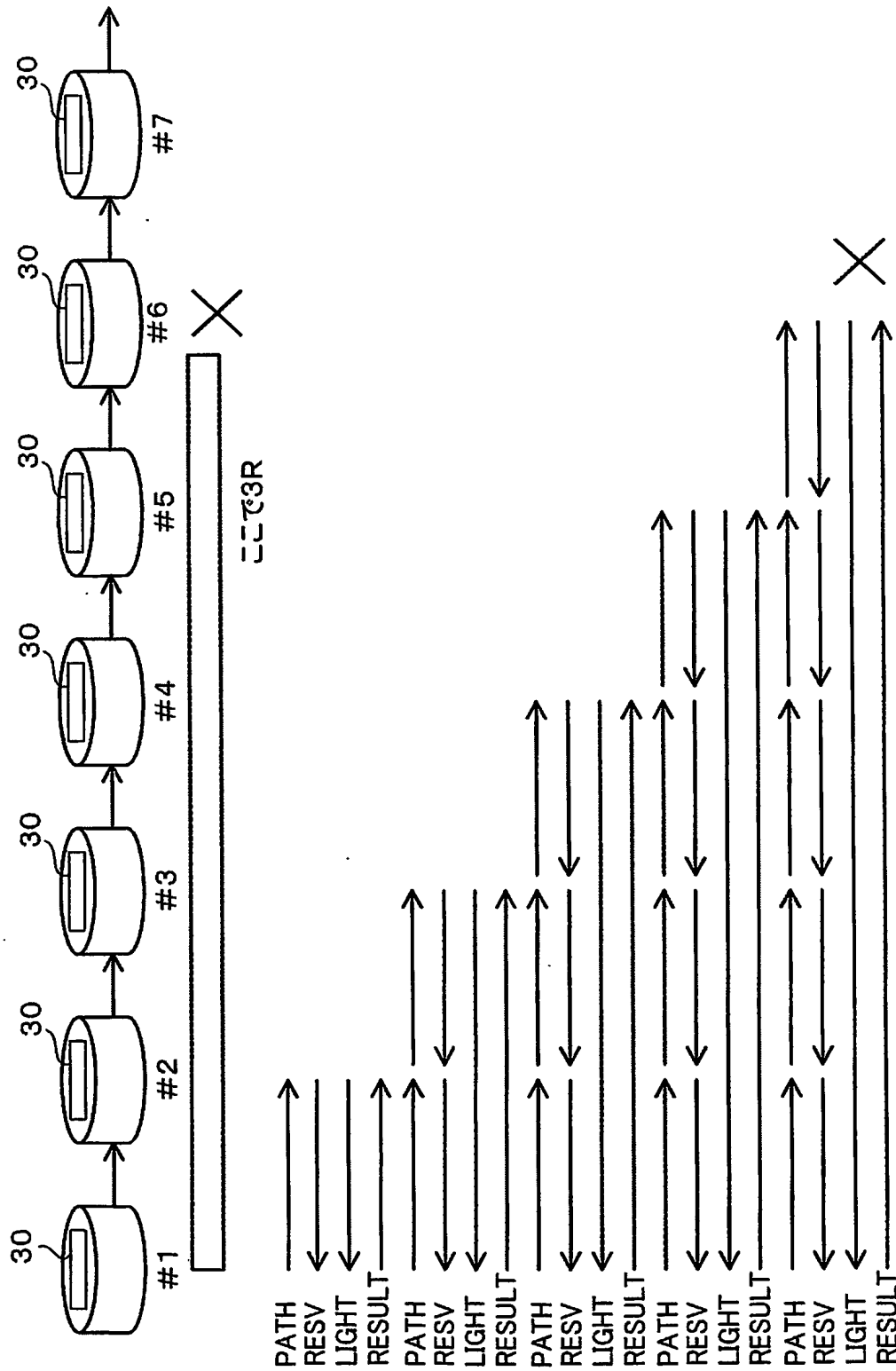
【図 23】



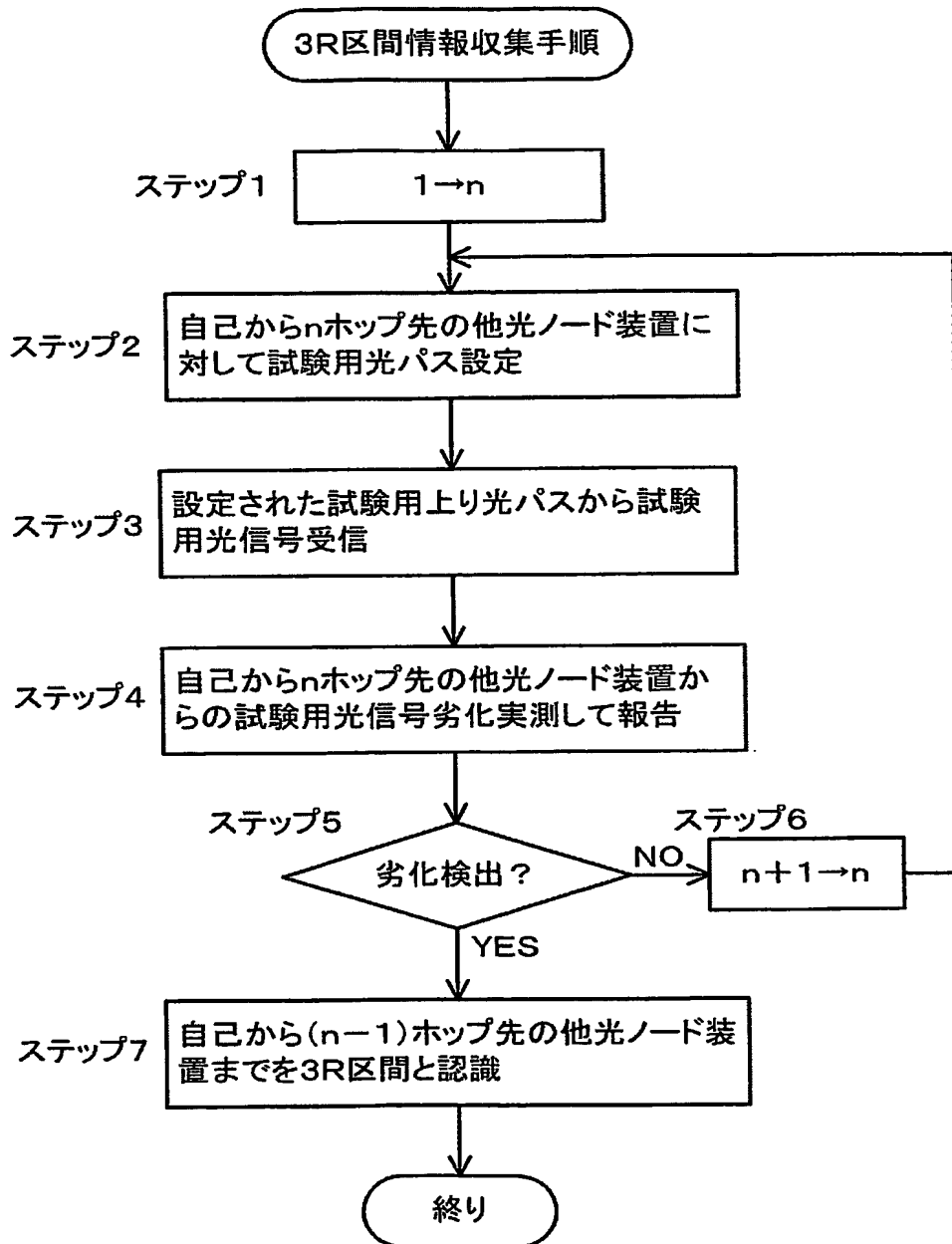
【図24】



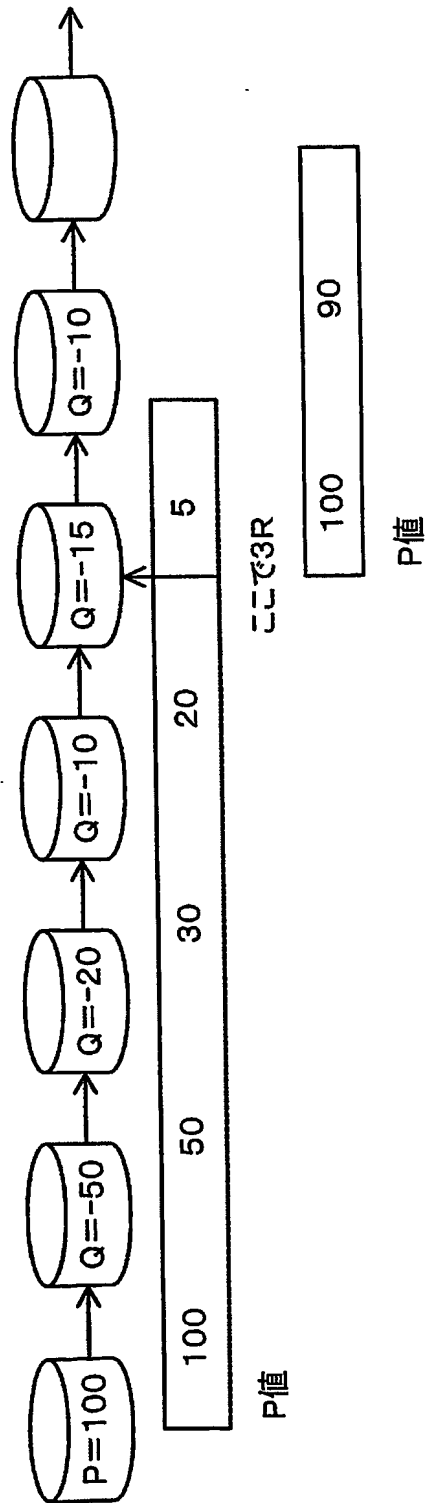
【図 25】



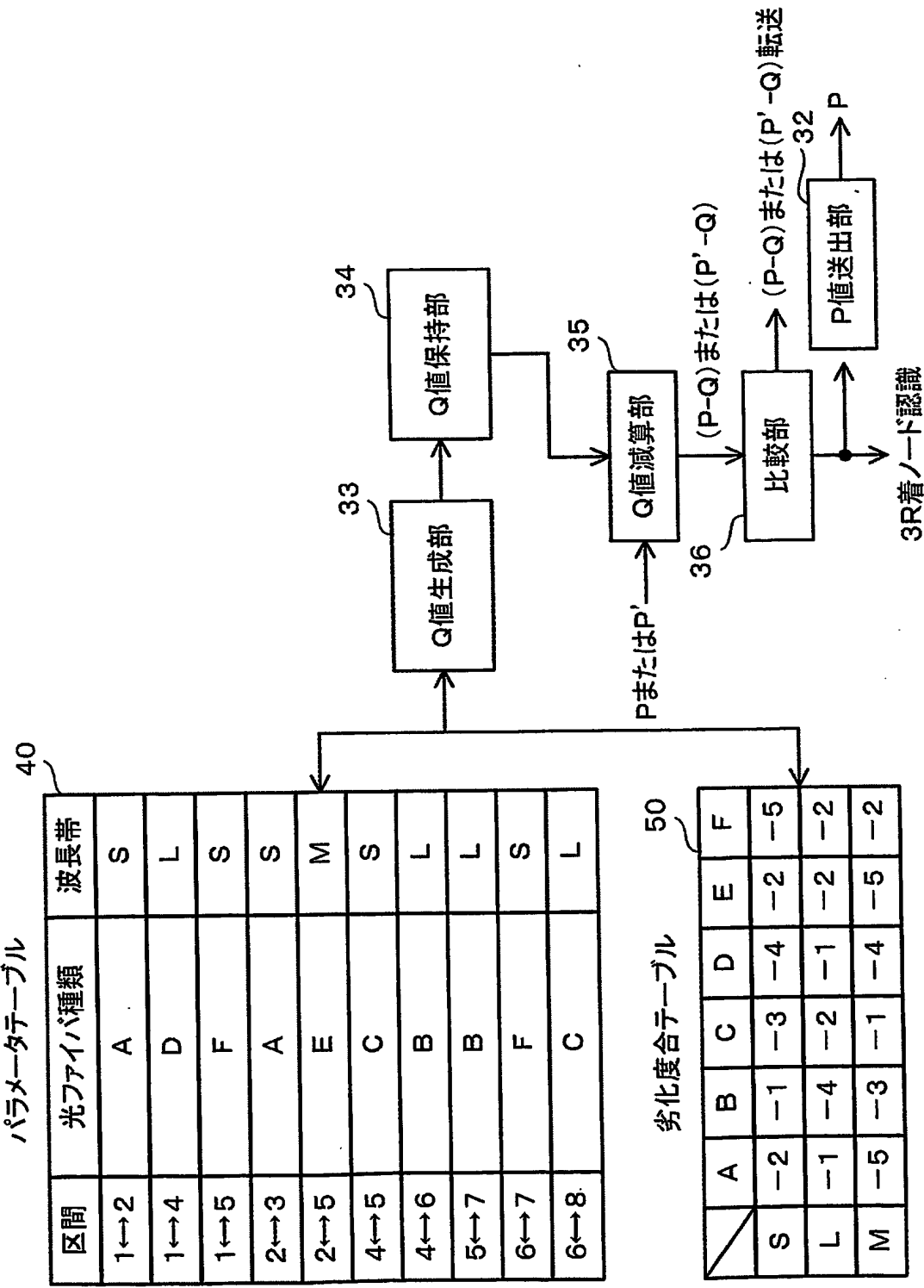
【図 26】



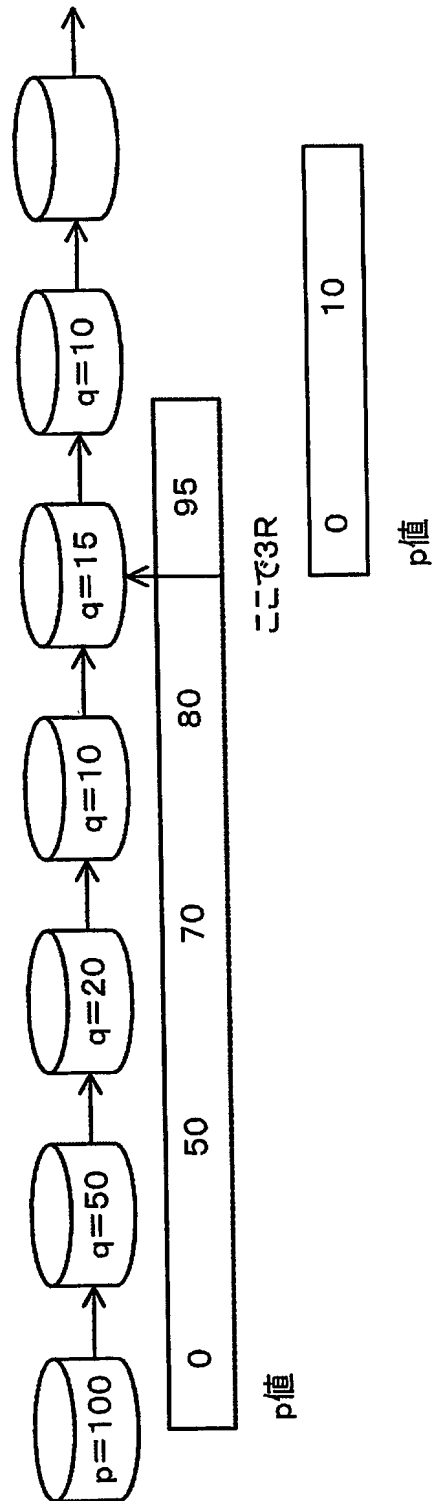
【図 27】



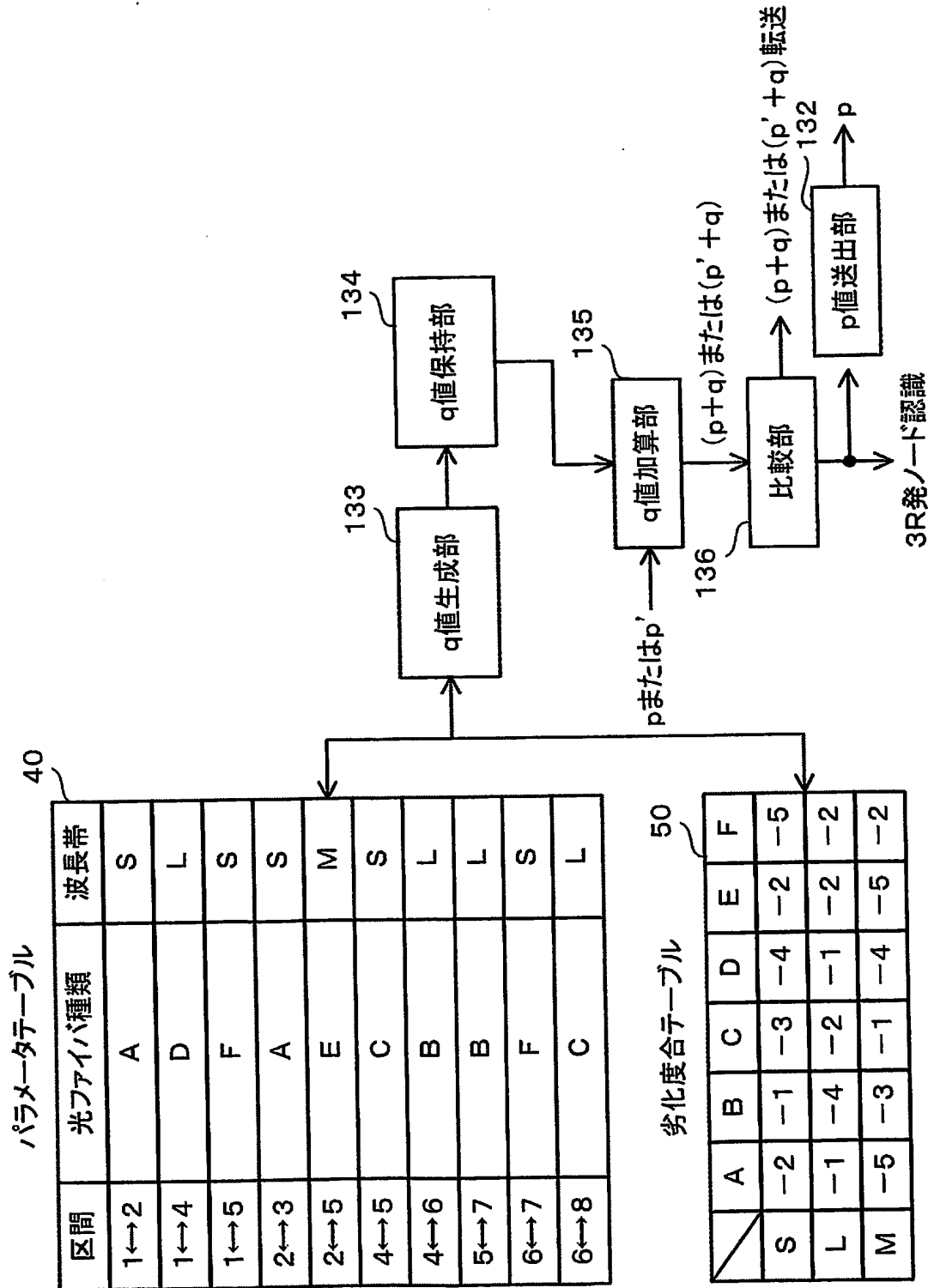
【図 28】



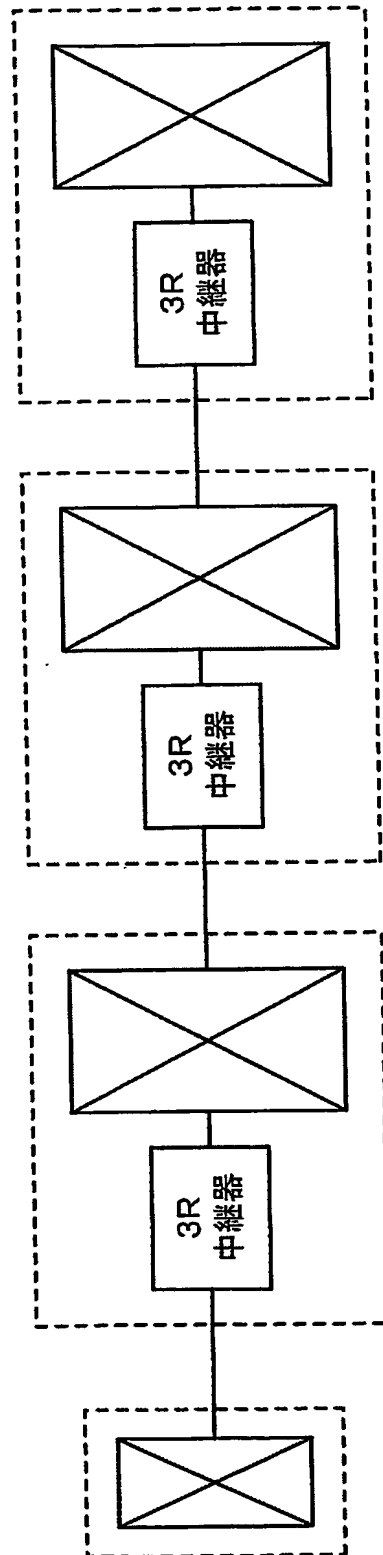
【図 29】



【図 30】



【図 31】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 必要最小数あるいは必要最小能力の 3 R 中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図り、経済的な光ネットワークを構成する。

【解決手段】 3 R 中継を行わずにデータ伝送できる区間である 3 R 区間情報を効率的に生成する。例えば、光ネットワークのトポロジ情報上に、実測によらず推定される 3 R 区間を作成する。あるいは、推定される 3 R 区間作成後に、その一部を実測により変更する。あるいは、光ネットワークのトラヒック需要に応じて 3 R 区間情報を実測する箇所を限定する。あるいは、各光ノード装置が自律分散的に 3 R 区間の実測を行い、実測結果を広告しあう。あるいは、光パス設定過程において、実測を行い 3 R 区間を設定するとともに 3 R 区間情報を収集する。このようにして生成された 3 R 区間情報に基づき、3 R 中継する光ノード装置を特定する。

【選択図】 図 3

特願 2003-069216

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日

1999年 7月15日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏 名

日本電信電話株式会社